

해군 함정 정비 관리 효율성 향상 방안 연구

문영대^{*,**}, 윤영삼^{*,**}, 김성권^{*,**}

^{*}서울과학기술대학교 국방융합과학대학원

^{**}서울과학기술대학교 국방ICT융합공학과

e-mail : pj1712@naver.com

A Study on Strategies to Improve the Efficiency of Naval Ship Maintenance Management

Yeong-Dae Moon^{*,**}, Youngsam Yoon^{*,**}, Seong-Kwon Kim^{*,**}

^{*}Graduate School of National Defense Convergence Science, SEOUL TECH

^{**}Dept. of National Defense ICT Convergence Engineering, SEOUL TECH

요 약

현재 해군은 숙련된 기관 운용 인력의 부족과 과도한 업무 부담으로 인해 장비 운용 및 정비의 효율성 확보에 어려움을 겪고 있으며, 이는 장병들의 사기 저하와 전역 인원의 증가로 직결되고 있다. 본 논문에서는 이러한 구조적 한계를 극복하고 국방 혁신 4.0 시대에 대응하는 미래 전력 건설을 위해, 인공지능(AI), 블루링크(Blue Link), 국방망 기반 Chat-GPT, QR코드 등 최신 기술을 활용한 함정 기관 자동화·지능화 방안을 제안한다. 이를 통해 복잡한 문제를 단순화하고, 기관 운용 인력의 업무 부담을 효과적으로 경감하며, 전반적인 운용 효율성을 극대화하는 것을 목표로 한다. 세부적으로, 함정 내 데이터 통합 및 실시간 모니터링·제어를 가능하게 하는 블루링크 기반 원격 감시 기술의 적용과 국방 전용망에 최적화된 챗GPT 기반 지능형 정비·운용 지원 시스템 구축 및 QR코드를 활용한 직관적이고 신속한 정비·검색 체계 구현을 연구 범위로 설정한다. 본 연구는 이론적 배경을 토대로 각 기술의 적용 가능성과 구체적 구현 방안을 제시하며, 이를 통해 기관 운용 효율의 획기적 향상, 인적 오류의 최소화, 전술적 대응력 강화라는 효과를 심층 분석하고자 한다. 이러한 접근은 단순한 기술적 보완 수준을 넘어, 미래 지향적 스마트 함정 기관 운용 체계 구축과 더불어 국방 혁신 4.0 실현에 크게 기여할 것으로 기대된다.

Summary

The Republic of Korea Navy currently faces significant challenges in maintaining efficient operation and maintenance of equipment due to a shortage of skilled engineering personnel and excessive workload, which have resulted in lowered morale and increased personnel attrition. This study proposes an automation and intelligent system for naval engineering operations by incorporating advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI), Blue Link, defense-network-based Chat-GPT, and QR code systems. The goal is to streamline complex operational tasks, effectively reduce the workload on engineering personnel, and enhance overall operational efficiency. Specifically, the research focuses on applying Blue Link technology for integrated data management and real-time remote monitoring and control within ships, developing a Chat-GPT-based intelligent maintenance and operation support system optimized for the defense network, and implementing a QR code-based system to facilitate intuitive and rapid maintenance and information retrieval. The study presents feasible implementation strategies and analyzes expected benefits such as improved operational efficiency, reduction of human errors, and increased tactical responsiveness. Ultimately, this approach aims to lay the foundation for a future-oriented smart naval engineering operation system and significantly contribute to the advancement of Defense Innovation 4.0.

1. 서론

대한민국 해군은 국가 안보의 핵심 전력으로서 해상 작전의 수행을 담당하며, 그 중심에는 최신 무기체계와 이를 안정적으로 운용하는 함정이 위치한다. 그러나 첨단 기술의 발전에도 불구하고 함정 기관 분야에서는 숙련된 전문 인력의 확보와 유지가 점차 어려워지고 있으며, 이는 곧 전투력 유지와

안전 운용에 중대한 위협 요인으로 작용하고 있다. 특히 함정의 심장부라 할 수 있는 기관실은 함정 생존성과 직결된 핵심 구역임에도 불구하고, 복잡한 기계 설비와 방대한 운용·정비 매뉴얼을 필요로 하여 상당한 숙련도와 다수의 전문 인력을 요구한다. 그러나 과중한 육체 노동과 높은 근무 강도로 인해 인력이 빠르게 유출되고 있으며, 신규 지원자의 부족 현상까지 겹치면서 전력 공백이 심화되는 실정이다. 이에 본 논문에서는 4차 산업혁명 시대의 첨단 기술을 활용하여 함정 기관 분야의 자동화 및 지능화를 추진하고, 인력 부족 문제를 근본

적으로 완화할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이를 세분화하면 함정 내 데이터 통합과 실시간 정보 공유를 실현하기 위한 블루링크 기반 통합 네트워크 기술, 국방 전용망 내에서의 챗GPT 기반 지능형 장비 지원·의사결정 시스템, 그리고 접근성과 효율성을 높인 QR 코드 기반 정비·검색 체계 구축을 제안한다. 이러한 체계적 접근은 함정 기관의 운영 효율을 극대화하고, 운용 인력의 부담을 획기적으로 경감함으로써 숙련 인력 부족 문제에 대응할 수 있을 것으로 기대된다. 아울러 이는 단순한 인력 대체 수준을 넘어, 국방 혁신 4.0의 추진 방향과 연계된 미래 해군 전력의 스마트화와 지능형 국방 체계 구축의 초석이 될 것으로 기대한다.

2. 본론

해군 함정의 기관 운용에는 여러 현안과 문제점이 존재한다. 첫째, 인력 부족 및 숙련도 저하 문제이다. 숙련된 전문 인력이 전역함에 따라 기술 전수가 원활히 이뤄지지 않고 있으며, 신규 인원의 충원 또한 부족한 상황이다. 실제로 군 통계에 따르면 2014년 해군 부사관 충원율은 90% 이상을 기록했으나, 10년이 지난 2024년에는 62%로 급감하였다 [1]. 이는 숙련 인력의 단절과 기술적 전문성 저하로 직결되는 심각한 문제로 평가된다. 둘째, 과중한 업무 부담이다. 함정은 24시간 운용되기 때문에 기관 운용 인원은 정비, 운용, 당직, 감시 등 복합적이고 다층적인 업무를 동시에 수행한다. 이에 따라 인원들은 과도한 업무 스트레스에 지속적으로 노출되어 있으며, 이는 전반적인 운영 효율성 저하로 이어지고 있다. 셋째, 정보 접근성의 한계가 있다. 해군 함정은 해상 임무 수행 시 외부와 단절된 환경에 놓이며, 개인 휴대전화 사용이 제한되고 위성을 통한 인터넷은 속도가 매우 느리다. 함정 내 전용 와이파이망과 클라우드 시스템이 도입되지 않아 방대한 장비 매뉴얼, 기술자료, 정비자료를 신속히 확보하는 데 큰 제약이 따른다. 현재는 수십 권의 문서를 직접 수기로 확인하거나, 위성전화를 통해 군무원 및 전문 인력으로부터 정보를 얻는 방식이 주를 이루고 있다. 이로 인해 장비에 고장이 발생했을 경우 부대 복귀가 불가피한 사례가 빈번하게 발생하며, 이는 연료비 소모 등 경제적 손실로까지 이어진다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 함정 정비 자동화 체계의 구축이 필수적이다. 이는 정비 효율성을 증대시키고 신속한 전투력 발휘를 가능하게 함으로써, 해군 함정 운용의 지속성과 전투 준비태세를 강화하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

2.1 이론적 배경

2.1.1 블루링크 기술

블루링크란 현대자동차가 제공하는 스마트폰 또는 태블릿 PC의 어플을 사용하여 자동차를 원격으로 제어하고, 안전보안, 차량 관리 등 기능을 제공한다. 블루링크라는 민간의 원격 진단 기술은 함정 엔진 및 장비에 접목할 때 원격제어, 실시간 상태 모니터링, 고장예측 및 자율 유지 보수 등 다양한 분야에서 혁신적인 장점을 제공할 수 있다 [2].

본 연구에서는 블루링크의 민간 기술을 스핀온(Spin-On)하여 해군 함정 내 기관 관련 데이터를 통합하고, 이를 실시간으로 모니터링하여 분석할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다. 이는 기관실의 운영 효율성을 향상시키고 예측 정비를 가능하게 하며 유지 보수 비용절감에도 기여할 수 있다. 그리고 무엇보다 당직 및 순찰, 장비 감시 등으로 인한 인원 부족의 문제점을 해결할 수 있다. 현재 현대자동차의 블루링크 기술은 스마트폰으로 먼 지역에서 원격시동, 원격 공조제어, 원격 문열림, 주차 위치 확인, 차량 상태 확인, 차량 진단, 월간 리포트, 엔진오일, 점화플러그 등 소모품 교체 시기 알림으로 고장 예방 서비스, 길 안내 및 현 위치 확인 등 실제 컨트롤하고 있으며 이 기술이 함정에 적용하면 많은 인원 필요없이 장소불문 실시간 기관 장비를 운영할 수 있다 [3].



[그림 1] 현대자동차 블루링크 기술

2.1.2 ChatGPT 기술

ChatGPT는 방대한 양의 텍스트 데이터를 학습한 인공지능 모델로, 자연어 처리 능력이 뛰어나기 때문에 질문에 대한 답변 생성, 문제해결 방안 제시, 정보 요약 등 다양한 기능을 수행할 수 있다 [4]. 일부 산업현장에서는 기계 설비 데이터를 실시간 모니터링하고, 장비의 이상 징후를 ChatGPT로 자동 감지해 예방 정비에 활용함으로써 설비 고장률과 중단 시간을 20% 이상 절감한 사례가 있는 등 ChatGPT를 활용한 품질관리, 생산공정 모니터링, 공급망 관리는 품질유지관리를 효율적으로 하게 한다 [5].

2.1.3 QR코드 기술

QR코드는 텍스트, URL 등 다양한 정보를 담을 수 있는 2차원 바코드로 스마트폰이나 태블릿 PC 등 통해 쉽게 정보를

얻을 수 있다. QR코드는 항공기 정비 부품관리에 도입되어 비용과 작업 시간을 절감한 사례가 있으며 건설 및 대형 설비 유지보수에서도 QR코드를 활용해 작업 이력을 자동 기록하고, 장비 고장률 감소 및 유지보수 일정 자동화 등에 사용된 것이 보고 된 적이 있다 [6]. 이처럼 QR코드를 이용한 정비 시스템은 설비별 메뉴얼 접속 편의성과 이력 관리 자동화 측면에서 혁신적인 변화를 가져올 수 있다.

2.2. 함정 정비 효율성 연구 방안

2.2.1 블루링크 기반 정비 관리 방안

블루링크를 활용한 정비 방안은 표 1에서 보듯이 데이터 수집, 데이터 분석, 블루링크 연동으로 구분된다. 데이터 수집은 함정 내 기관 장비의 센서 데이터를 실시간 수집하고, 블루링크를 통해 통합 관리한다. 이 기술은 현대자동차의 커넥티드 카 서비스로 텔레매틱스(Telematics)기술을 활용, 통신과 정보를 결합한 기술로 차량에 내장된 TCU 모듈을 통해 실시간 정보를 주고 받는다. 차량 내 센서 ECU 센서는 속도, 온도, 연료량, 엔진 상태 등 정보를 지속적으로 측정하고 생성한다. 이러한 기술을 바탕으로 먼저 하드웨어 적으로 군함 장비 특성을 고려 강화된 컨트롤 유닛 ECU 센서를 개발해야 한다. 이는 진동 고열, 염분을 견디는 특수 소재와 EMI와 같은 자기장 간섭에 강한 차폐 기술을 적용해야 한다. 두번째로 소프트웨어적으로 장비 제어 시스템과 통합될 수 있는 맞춤형 소프트웨어를 개발해야 하고 전송방식은 군사 통신망에 맞춰야 하며 실시간 모니터링 및 분석기능을 포함해야 한다. 마지막으로 통신망은 상용 LTE/5G 망 대신 군 전용 위성통신망이나 폐쇄형 군사 통신망을 활용하여 외부와 불필요한 연결은 완전 차단해야 한다. 이후 수집된 데이터를 기반으로 기관의 상태를 분석하고 이상 징후를 감지하여 예방정비 계획을 수립하는 데이터 분석을 하며, 장비 이상 상황 발생 시 관련 정보를 자동 생성하여 책임자에게 상황 전파하는 역할하게 기술을 적용한다. 또한 이러한 결과들은 다른 체계와 연동하여 상황 발생 시 의사 결정은 물론 장비 On/Off 등의 제어 기능을 가능하게 적용한다.

장비의 온도, 압력, 작동상태, 속도, 소모량, 고장 예측 등 군함 운용에 필수적인 기능을 선별하여 명확한 정보를 모니터링할 수 있도록 설계해야 한다. 이러한 수집된 데이터는 셀룰러 네트워크 즉 이동통신을 통해 어플 등의 서버로 전송하게 한다. 그래서 네트워크를 기반한 이 시스템은 최고 수준의 보안이 필요하다. 모든 데이터 전송과 저장에 최첨단 암호화 기술을 적용하고 사이버 공격에 대한 방어체계를 구축해야 한다. 혹시나 통신 두절, 전원 문제 등으로 인해 최악의 시나리오가 발생해도 기본 데이터가 유지될 수 있도록 이중화 및 백업 시스템을 설계해야 한다. 이러한 설계를 바탕으로 데이터

수집, 데이터 분석, 연동까지의 기술이 적용되어 인원 부족에 대비한 자동화 시스템을 구축한다.

[표 1] 블루링크를 기반한 정비 연동 순서

| 구 분 | 내 용 |
|-------------|--------------------------------|
| 데이터 수집 | 실시간 장비 정보수집 |
| 데이터 분석 및 알림 | 장비 이상 분석 핸드폰, 태블릿 정보 제공 |
| 블루링크 연동 | 다른 체계와 연동 핸드폰, 태블릿 이용 장비 제어 |

2.2.2 ChatGPT 기반 지능형 정비 관리 방안

본 연구에서는 ChatGPT를 활용하여 국방망 내 지능형 정비 지원 시스템을 개발하고, 이를 통해 숙련된 정비 인력 부족 문제 해결을 제시 하고자 한다. 이 시스템은 정비 메뉴얼 검색, 고장진단, 문제해결 팁 제공 등을 지원하여 기관 업무 효율성을 증대시키고 전문성 부족으로 인한 문제 발생 가능성을 줄일 수 있을 것으로 기대한다. 첫 단계로 외부 인터넷과 완전히 분리된 폐쇄형 국방망내 시스템을 구축한다. 이는 정보유출 등 보안 관련 유출을 사전 예방하는데 있다. 두번째로 ChatGPT 시스템은 우선 머신러닝을 통해 작전교리, 무기체계 및 기관 관련 정비 메뉴얼 및, 기술교범과 장비 고장 해결 사례 등 방대한 양의 데이터를 ChatGPT 모델에 학습시킨다. 이후 사용자는 ChatGPT를 통해 정비, 시동 관련 질문을 하고 문제해결을 위한 구체적인 정보를 제공받는다. 또한 센서 데이터 분석 및 질문 응답, 피드백을 통해 고장 원인을 진단하게 한다. 최근 항해 중에 고장 발생으로 인해 임무를 완수하지 못해 다른 함정의 출항에 따른 연료가 추가적으로 소모되는 사례와 바다에서 정보 습득 불가로 간단한 수리조차 해결하지 못해 복귀하는 사례가 다수 발생하였는데 ChatGPT의 사용은 이러한 문제점에 해결 방안을 즉시 제시하여 지속적으로 사용자 피드백을 반영하는 등 시스템의 성능을 지속적으로 개선, 업데이트 제공한다. 실제로 바다 한가운데에서 위성 전화로 군무원에게 문의, 기술교범 찾기 등으로 시간이 많이 지체되어 위험한 상황이 자주 일어나고 있다. ChatGPT는 이러한 상황 시 따로 전화나 검색하지 않고 신속하게 정비에 대한 답변을 기대할 수 있다. 그리고 초임 간부라도 ChatGPT를 통해 수리 능력과 장비에 대한 지식을 전문 인력과 동일한 수준으로 정보를 습득하고 운영할 수 있다.

2.2.3 QR 코드 기반 정비 관리 방안

본 연구는 함정 기관 장비에 QR코드를 부착하고 이를 통해 정비 메뉴얼, 부품 정보, 고장 조치, 정비 절차 동영상, 안전 수칙 등 관련 정보를 즉시 검색할 수 있도록 하는 시스템을 구축한다. 이는 정비시간 단축, 정보 접근성 향상, 정비 오류

감소, 무엇보다도 인원 부족한 상황에서 대형 함정 장비 관리 순찰 시 장비에 대한 지식정보가 없어 정비를 못하고 돌아오는 상황 발생을 방지한다. 그림 3은 저자가 만든 QR 코드이다. QR코드는 무료 온라인 도구인 Naver QR Generator로 제작을 하였으며, 이미지화된 QR코드를 함정 기관 설비 시설에 QR코드를 부착하고 이후 스마트폰이나 태블릿 PC를 활용하여 QR코드를 스캔하면, 해당 설비의 정비 메뉴얼, 부품 정보, 수리 부속, 정비 절차 동영상, 안전수칙 등 정비정보를 쉽게 확인하고 검색할 수 있도록 하였다. 또한, 정비 관련 정보와 최신성을 유지하기 위해 지속적인 데이터베이스 관리 시스템을 구축하였다. 그림 3은 저자가 만든 QR 코드 예로 함정에서 어렵게 정비관련 내용을 기술교범 등 책자를 이용해 찾을 필요 없이 QR코드 스캔으로 현장에서 빠른 시간내에 바로 확인하여 정비시간 단축 등 정비의 효율성을 향상시킬 수 있는 시스템을 구축하였다.



[그림 3] QR코드 기반 함정정비(예)

3. 결론

본 논문은 해군이 직면한 인력 부족 문제를 해결하고 함정의 운영 효율성을 극대화하기 위한 방안으로 최신 기술을 활용한 함정 기관 자동 운영 시스템을 제시하였다. 본문에서 제시한 블루링크 기술을 적용한 데이터 통합, ChatGPT 기반의 지능형 정비 지원 시스템 개발, 그리고 QR코드 기반 검색 정비 시스템 구축은 함정 정비의 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 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 통해 기관 운영 효율성을 향상하고 고장 발생 가능성을 줄일 수 있다. 마지막으로 장비 운영의 안정성 강화와

장비유지 보수 비용의 절감이다. 장비 정비 절차 표준화, 안전 수칙 준수, 그리고 신속한 상황 인지를 통해 함정 및 승조원의 안전성을 강화할 수 있으며 예측 정비 및 효율적인 부품 관리를 통해 함정 유지보수 비용을 절감할 수 있다. 또한 장비 고장 사고로 인해 부대 복귀하는 사례를 예방하여 연료 예산도 절감할 수 있다.

향후 연구에서는 다음과 같은 보완 과제가 필요하다. 먼저 블루링크 시스템 연동 및 확장이 필요하며 이는 함정 내 다른 체계들과 연동하여 보다 통합적이고 지능적인 함정 운영 체계를 구축해야 한다. 다음으로 ChatGPT 모델의 성능 개선이 필요하다. 최신 데이터를 반영하여 학습 모델을 지속적으로 업데이트하고 성능을 고도화함으로써 보다 신뢰성 있고 정확한 정비 지원 정보를 제공해야 한다. 또한, QR코드 기반 시스템의 확대 적용으로 기관실뿐만 아니라 함정 내 다른 장비에도 적용함으로써 전반적인 운용 및 정비 효율을 제고 해야 한다. 이를 위해 소형함정을 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 함정의 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.

참고문헌

- [1] 노광호, “25년 해군-KIDA 교류협력위원회 인력분과회의 참고 자료”, 국방일보, 6월, 2025.
- [2] 박진영 등 6명, “전기자동차 배터리 관리를 위한 온도 및 압력 통합 예측 모듈에 관한 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제26권 제2호, pp 211-218, 2월, 2025.
- [3] 오세찬 등 2명, “무선통신기반 열차제어에서 철도차량 원격주행을 위한 운전모드 및 ATP 속도프로파일 생성 알고리즘 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제25권 제12호, pp345-354, 12월 2024년.
- [4] 지동준 등 7명 “메타버스 환경에서 지식 그래프 기반 AI 챗봇을 이용한 민원 서비스 구현 및 최적화” 한국산학기술학회 논문지 제24권 제8호, pp299-305, 8월, 2023년.
- [5] <https://nextfuture.tistory.com/entry/ChatGPT의제조업적용및사례>
- [6] 송영근 등 3명, “QR 코드 기반 항공기 정비 부품 관리 방안 연구”, 대한안전경영과학회지, 제13권 1호, pp183-188, 3월, 2011년.