

A Study on a Lifecycle Management Model for Improving LCSP Management Processes in Weapon Systems

Geonu Park*, Seong-Ik Kim**

*Lieutenant Commander (LCDR), Republic of Korea Navy, Gyeryong, Korea

**Professor, Dept. of Artificial Intelligence & Software, U1 University, Asan, Korea

[Abstract]

This study proposes a lifecycle management model to improve the efficiency of the LCSP (Life Cycle Sustainment Plan) management process for weapon systems. Conventional approaches suffer from limitations such as component obsolescence, technological changes, and dispersed maintenance information. To address these issues, the LCSP management process is formulated as a probabilistic model and analyzed using Monte Carlo Simulation. A lifecycle management system (LCMS)-based structure incorporating data integration and analysis is also applied.

Simulation results show that the proposed model achieves approximately 44% reduction in processing time, with significant improvements in data collection and technical analysis stages. In addition, the proposed model reduces variability, providing a more stable management process. This study presents a quantitative approach for evaluating LCSP management efficiency and offers a practical methodology for lifecycle management improvement.

▶ **Key words:** Lifecycle Management, LCSP, Weapon System Management, Simulation Analysis, Obsolescence Management

[요 약]

본 연구에서는 무기체계 LCSP(Life Cycle Sustainment Plan) 관리 프로세스의 효율성을 향상시키기 위한 수명주기관리 모델을 제안하였다. 기존 관리 방식은 부품 단종, 기술 변경, 정보 분산 등으로 인해 관리 효율성이 저하되는 한계를 가진다. 이를 개선하기 위해 LCSP 관리 프로세스를 확률 기반 모델로 정식화하고 Monte Carlo Simulation을 적용하여 성능을 정량적으로 분석하였다. 또한 데이터 통합 및 분석 기능을 반영한 수명주기관리 시스템(LCMS) 기반 구조를 적용하였다. 시뮬레이션 결과, 제안된 모델은 기존 대비 약 44%의 처리 시간 감소 효과를 보였으며, 특히 정보 수집 및 기술 분석 단계에서의 효율성 향상이 확인되었다. 또한 처리 시간의 변동성이 감소하여 보다 안정적인 관리 프로세스를 제공하는 것으로 나타났다. 본 연구는 LCSP 관리 프로세스를 정량적으로 분석하고 효율성을 평가할 수 있는 방법을 제시하였다는 점에서 의의를 가진다.

▶ **주제어:** 수명주기관리, 무기체계 관리, LCSP, 부품 단종 관리, 시뮬레이션 분석

-
- First Author: Geonu Park, Corresponding Author: Seong-Ik Kim
 - *Geonu Park (bkglny@naver.com), Republic of Korea Navy
 - **Seong-Ik Kim (jaraka@u1.ac.kr), Dept. of Artificial Intelligence & Software, U1 University
 - Received: 2026. 03. 16, Revised: 2026. 04. 02, Accepted: 2026. 04. 16.

I. Introduction

현대 무기체계는 전자기술, 소프트웨어 기반 제어 시스템, 네트워크 중심 작전 환경이 결합된 복합 무기체계로 발전하고 있으며 이러한 무기체계는 일반 산업 장비와 달리 장기간 운용되는 특성을 가진다. 무기체계는 설계, 개발, 생산, 운용, 폐기까지 장기간에 걸쳐 관리 중이며 이러한 과정 전체를 관리하는 활동을 수명주기관리(Life Cycle Management)라 한다. 특히 무기체계는 획득 이후에도 지속적인 유지관리와 성능개량을 통해 운용 가용도를 유지해야 하므로 체계적인 수명주기관리 전략이 필요하다[1].

국방 분야에서는 무기체계의 효율적인 수명주기 관리를 위해 종합군수지원(Integrated Logistics Support, ILS) 체계를 운영하고 있으며 이는 설계 단계부터 운용 단계까지 군수지원 요소를 통합적으로 관리하기 위한 방법론이다[2]. 미국 국방부는 이러한 관리 체계를 기반으로 Product Support Management 개념을 도입하여 무기체계의 운용 단계에서 발생하는 군수 지원 활동을 체계적으로 관리하고 있으며 이는 무기체계 운용 가용도 향상과 유지 비용 절감을 위한 핵심 정책으로 활용되고 있다[3].

무기체계 수명주기관리에서 중요한 특징 중 하나는 운용 및 유지 단계에서 발생하는 비용의 비중이다. 일반적으로 무기체계 총 수명주기 비용 중 약 70% 이상이 운용 및 유지(Operation and Support, O&S) 단계에서 발생하는 것으로 알려져 있다[4]. 이러한 특성은 무기체계 설계 단계뿐 아니라 운용 단계에서의 유지관리 전략이 매우 중요함을 의미한다. 특히 신뢰성(Reliability), 가용도(Availability), 정비성(Maintainability)을 의미하는 RAM 분석은 무기체계 운용 성능을 평가하는 핵심 요소로 활용되고 있으며 무기체계 유지관리 전략 수립의 중요한 기준이 된다[5].

RAM 분석에서 중요한 지표 중 하나는 운용 가용도(Operational Availability)이며 이 지표는 무기체계가 실제 운용 가능한 상태에 있는 비율을 나타내며 군의 가동률 및 태세 유지와 직결되는 중요한 지표로 활용된다[5]. 또한 이러한 유지관리 전략은 일반 산업 시스템에서도 중요한 연구 주제로 다루어지고 있으며, 유지관리 정책의 최적화를 위한 다양한 접근 방법이 제안되고 있다[6][7].

장기적으로 운용되는 무기체계에서는 부품 단종(DMSMS: Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages) 문제가 중요한 유지관리 요소로 나타난다. 장기 운용 시스템의 경우 기술 변화와 부품 단종 문제가 지속적으로 발생하며, 이러한 문제는 시스템 운용과 유지관리 전략에 직접적인 영향을 미치는 것으로 보고

되고 있다[11][12]. 특히 전자부품 단종은 정비 지연, 대체 부품 확보의 어려움, 시스템 재설계 등 다양한 군수 리스크를 유발할 수 있으며 이에 따라 체계적인 단종 관리 전략의 필요성이 강조되고 있다[13].

최근 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 확률 기반 모델과 시뮬레이션 기법을 활용하여 무기체계 유지관리 전략을 분석하려는 시도가 이루어지고 있다. 특히 Monte Carlo Simulation 기반 신뢰성 분석 방법은 시스템의 고장률과 수리시간의 불확실성을 고려하여 장기 운용 가용도를 평가하는 데 효과적인 방법으로 활용되고 있다[8]. 이러한 방법은 복잡한 시스템의 유지관리 전략을 평가하는 데 중요한 분석 도구로 활용되고 있다.

한편 최근 국방 군수 분야에서는 디지털 전환(Digital Transformation)을 기반으로 한 수명주기관리 체계 고도화 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 디지털 엔지니어링(Digital Engineering) 기술을 활용하여 무기체계 데이터를 통합 관리하고 유지관리 정책을 최적화하려는 연구가 수행되고 있다[9]. 이러한 접근은 무기체계 운용 데이터를 기반으로 유지관리 전략을 개선하고 군수 관리 효율성을 향상시키는 중요한 방법으로 평가된다.

그러나 실제 운용 환경에서는 여전히 많은 수명주기관리 활동이 문서 기반으로 수행되고 있으며 부품 단종 정보, RAM 분석 결과, 장비 변경 이력 등이 분산된 형태로 관리되는 경우가 많다. 이러한 구조는 데이터 갱신 지연과 관리 효율성 저하를 초래할 수 있으며 체계적인 관리 프로세스 개선의 필요성을 제기한다.

따라서 본 연구에서는 무기체계 수명주기관리 과정에서 수행되는 LCSP 업데이트 관리 프로세스를 분석하고 이를 확률 기반 모델로 정식화하여 관리 프로세스의 성능을 정량적으로 분석하고자 한다. 기존 연구에서는 주로 부품 단종 관리, RAM 분석, 또는 유지관리 전략 수립에 초점을 두었으나, LCSP 관리 프로세스 자체의 수행 구조를 정량적으로 모델링하고 분석한 연구는 상대적으로 부족하다. 본 연구는 LCSP 관리 프로세스를 단계별 처리 시간 기반으로 모델링하고 Monte Carlo Simulation을 적용하여 관리 효율성을 정량적으로 평가하였다는 점에서 차별성을 가진다. 또한 제안된 LCMS 기반 모델을 통해 기존 문서 기반 관리 방식 대비 효율성 개선 효과를 수치적으로 제시함으로써 수명주기관리 체계 개선을 위한 실질적인 방법론을 제시하였다. 특히 기존 문서 기반 관리 프로세스를 확률 변수 기반 모델로 표현하고 Monte Carlo Simulation을 활용하여 관리 프로세스의 처리 시간 특성을 분석함으로써 수명주기관리 체계 개선을 위한 정량적

분석 방법을 제시하고자 한다.

II. Preliminaries

1. Related works

무기체계 수명주기관리는 무기체계의 설계, 개발, 생산, 운용 및 폐기 단계까지 전 과정에서 발생하는 기술적 및 군수적 요소를 체계적으로 관리하는 활동을 의미한다. 이러한 관리 활동은 무기체계의 운용 가용도를 유지하고 장기 운용 비용을 최소화하기 위해 수행된다. 특히 무기체계는 일반 산업 장비와 달리 장기간 운용되는 특성을 가지므로 운용 과정에서 부품 단종, 시스템 노후화, 유지관리 비용 증가 등 다양한 문제가 발생할 수 있다. 이러한 장기 운용 장비의 유지관리 문제를 효과적으로 관리하기 위해서는 체계적인 수명주기관리 전략과 이를 지원하는 분석 방법이 필요하다.

무기체계 운용 과정에서 발생하는 대표적인 문제 중 하나는 부품 단종(DMSMS: Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages) 문제이다. 전자부품 기술의 발전 속도는 매우 빠르며 상용 전자부품의 평균 기술 수명은 약 5~10년 수준으로 알려져 있다. 반면 무기체계는 일반적으로 20년 이상 운용되는 경우가 많기 때문에 운용 기간 동안 다양한 부품 단종 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제는 정비 지연, 긴급 구매 비용 증가, 시스템 재설계 등의 군수 리스크를 발생시킬 수 있으며 장기적으로 운용 비용 증가로 이어질 수 있다. 따라서 장기 운용 시스템에서는 부품 단종 위험을 사전에 분석하고 대응 전략을 수립하는 관리 체계가 중요하다.

전자부품 단종 관리 문제에 대한 연구는 Sandborn 등의 연구에서 활발히 수행되었다. Sandborn은 장기 운용 시스템에서 발생하는 부품 단종 문제를 분석하고 단종 위험을 관리하기 위한 전략을 제시하였다[11]. 또한 Sandborn과 Myers는 기술 단종 예측 방법을 제안하여 장기 운용 시스템에서 발생하는 기술 노후화 문제를 분석하였다[12]. 이러한 연구는 장기 운용 시스템에서 발생하는 기술 변화와 부품 단종 문제를 체계적으로 관리하기 위한 방법론을 제시하였으며 장기 운용 장비의 유지관리 전략 수립에 중요한 연구 기반을 제공하였다. 또한 Pecht와 Sandborn은 전자부품 수명주기 분석을 기반으로 단종 관리 전략을 제안하여 장기 운용 시스템의 부품 관리 문제를 분석하였다[13].

무기체계 운용 성능을 분석하기 위한 또 다른 중요한 연구 분야는 RAM(Reliability, Availability, Maintainability) 분석이다. RAM 분석은 시스템의 신뢰성, 가용도 및 정비성을 정량적으로 평가하기 위한 방법으로 활용되며 다양한 공학 시스템의 유지관리 성능을 분석하는 데 사용되어 왔다. 특히 운용 가용도(Operational Availability)는 무기체계가 실제 운용 가능한 상태에 있는 비율을 의미하며 군의 전력 유지와 직결되는 중요한 지표이다. 이러한 RAM 분석 방법은 장기 운용 장비의 유지관리 전략을 평가하고 운영 효율성을 분석하기 위한 이론적 기반을 제공한다.

운용 가용도는 일반적으로 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$A_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

여기서 $MTBF$ 는 평균 고장 간격(Mean Time Between Failures), $MTTR$ 은 평균 수리 시간(Mean Time To Repair)을 의미한다.

RAM 분석에서는 시스템의 고장률과 수리율을 이용하여 가용도를 계산한다. 고장률을 λ , 수리율을 μ 라고 하면 가용도는 다음과 같이 표현된다.

$$A_o = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (2)$$

이러한 신뢰성 분석 방법은 시스템의 운용 성능을 평가하는 데 널리 사용되고 있으며 다양한 공학 시스템에서 활용되고 있다. Billinton과 Allan은 공학 시스템의 신뢰성 평가 방법을 제시하여 복잡한 시스템의 신뢰성 분석에 대한 이론적 기반을 제공하였다[14]. 또한 Birolini는 신뢰성 공학 이론과 실제 적용 사례를 정리하여 복잡한 시스템의 유지관리 전략을 분석하는 방법을 제시하였다[15].

최근 연구에서는 이러한 신뢰성 분석 방법을 시뮬레이션 기법과 결합하여 복잡한 시스템의 장기 운용 성능을 분석하려는 시도가 이루어지고 있다. 특히 Monte Carlo Simulation은 확률 기반 모델을 이용하여 시스템의 성능을 분석하는 대표적인 방법으로 활용되고 있다. Monte Carlo Simulation에서는 확률 변수의 샘플을 반복적으로 생성하여 시스템의 성능을 분석하며 복잡한 시스템의 불확실성을 분석하는 데 효과적인 방법으로 알려져 있다[8].

Monte Carlo Simulation 기반 분석에서는 시스템의 처리 시간 또는 유지관리 시간을 확률 변수로 정의하고 이를 반복적으로 계산하여 시스템의 평균 성능을 분석한다. 예를 들어 유지관리 프로세스의 총 처리 시간은 다음과 같

이 표현할 수 있다.

$$T_{total} = \sum_{i=1}^n T_i \quad (3)$$

여기서 T_i 는 각 관리 단계에서 소요되는 처리 시간을 의미한다. 이러한 처리 시간은 업무 환경이나 관리 절차에 따라 변할 수 있으므로 확률 변수로 모델링할 수 있다.

$$T_i \sim f_i(t) \quad (4)$$

여기서 T_i 는 처리 시간의 확률 분포를 의미한다. 실제 관리 프로세스에서는 처리 시간 분포를 삼각 분포 또는 정규 분포로 모델링하는 경우가 많다. 삼각 분포의 경우 다음과 같이 표현된다.

$$T_i \sim \text{Triangular}(a_i, m_i, b_i) \quad (5)$$

여기서 a_i 는 최소값, m_i 는 최빈값, b_i 는 최대값을 의미한다.

Monte Carlo Simulation에서는 이러한 확률 변수를 반복적으로 생성하여 시스템의 성능을 분석한다. 예를 들어 N 회의 시뮬레이션을 수행하면 평균 처리 시간은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$E[T] = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N T^{(k)} \quad (6)$$

또한 처리 시간의 분산은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\text{Var}(T) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N T^{(k)^2} - E[T]^2 \quad (7)$$

이러한 방법을 통해 관리 프로세스의 평균 처리 시간뿐 아니라 처리 시간의 변동성을 분석할 수 있다. 또한 특정 기준 시간을 초과하는 지연 확률은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$P(T > T_{threshold}) \quad (8)$$

이러한 분석 방법은 복잡한 관리 프로세스를 분석하는데 효과적으로 활용될 수 있으며 다양한 산업 및 국방 분야에서 활용되고 있다.

따라서 무기체계 수명주기관리 프로세스를 체계적으로 분석하고 이를 정량적으로 평가하기 위해서는 확률 기반 모델과 시뮬레이션 기반 분석 방법을 적용하는 것이 필요하다. 이러한 접근은 관리 프로세스의 성능을 평가하고 효율적인 수명주기관리 전략을 수립하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

또한 기존 연구들과 본 연구의 접근 방법을 비교하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

Table 1. Comparison of related works and proposed approach

Category	Existing Studies	Existing Studies
Focus	DMSMS, RAM, Reliability	LCSP process modeling
Analysis method	Analytical / case-based	Simulation-based (Monte Carlo)
Target	Component / system level	Process level
Output	Reliability metrics	Processing time & efficiency
Contribution	Maintenance strategy	Process efficiency improvement

본 연구는 기존 연구들이 주로 부품 단종 관리 또는 신뢰성 분석과 같은 개별 요소 중심으로 수행된 것과 달리, LCSP 관리 프로세스 자체를 대상으로 처리 시간 기반의 정량적 모델링을 수행하고 시뮬레이션을 통해 관리 효율성을 분석하였다는 점에서 차별성을 가진다.

III. Proposed Lifecycle Management Model

무기체계 운용 단계에서는 부품 단종, 기술 변경, 유지 관리 정책 변경 등 다양한 관리 정보가 지속적으로 발생한다. 이러한 정보는 무기체계의 장기 운용을 위해 체계적으로 관리되어야 하며 일반적으로 LCSP를 통해 관리된다. 그러나 기존 수명주기관리 프로세스에서는 다양한 군수 정보가 문서 기반으로 관리되거나 서로 다른 시스템에 분산되어 저장되는 경우가 많아 정보 갱신과 관리 효율성 측면에서 한계가 존재한다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 LCSP 관리 프로세스를 기반으로 한 Lifecycle Management System(LCMS) 모델을 제안한다. 제안된 모델은 수명주기관리 과정에서 발생하는 정보를 통합적으로 관리하고 관리 프로세스의 처리 시간을 정량적으로 분석할 수 있도록 설계되었다. 또한 기존 관리 프로세스와 제안된 관리 모델의 성능을 비교하기 위한 분석 모델을 함께 제시한다.

3.1 Lifecycle Management Process

무기체계 수명주기관리(Lifecycle Management)는 무기체계가 획득된 이후 운용 단계에서 발생하는 다양한 기술적·군수적 정보를 체계적으로 관리하기 위한 활동을 의미한다. 특히 장기간 운용되는 무기체계의 경우 부품 단

중, 기술 변경, 장비 개조 및 성능개량 등 다양한 관리 요소가 지속적으로 발생하기 때문에 이러한 정보를 체계적으로 관리하는 것이 중요하다. 이러한 관리 활동은 일반적으로 LCSP를 중심으로 수행되며 LCSP 문서는 무기체계의 유지관리 전략과 군수 지원 계획을 관리하는 핵심 문서로 활용된다.

수명주기관리 프로세스는 무기체계 운용 과정에서 발생하는 다양한 정보를 수집하고 이를 분석하여 유지관리 정책에 반영하는 일련의 관리 절차로 구성된다. 특히 부품 단종 정보나 기술 변경 사항이 발생할 경우 해당 정보가 무기체계 운용에 미치는 영향을 분석하고 필요한 유지관리 전략을 수립해야 한다. 이러한 과정은 무기체계의 운용 가용도를 유지하고 장기적인 유지관리 비용을 최소화하기 위해 수행된다.

일반적인 수명주기관리 프로세스에서는 먼저 부품 단종 정보 또는 기술 변경 정보가 식별된다. 이러한 정보는 부품 공급 업체, 기술 지원 기관, 또는 장비 운용 과정에서 발생하는 유지관리 기록을 통해 확인될 수 있다. 이후 확인된 정보에 대해 기술 영향 분석이 수행되며 해당 정보가 무기체계 운용에 미치는 영향이 평가된다. 예를 들어 특정 부품이 단종될 경우 해당 부품을 대체할 수 있는 부품의 존재 여부, 장비 성능에 미치는 영향, 유지관리 비용 증가 여부 등을 분석하게 된다.

기술 영향 분석 결과는 이후 유지관리 전략 수립 과정에 활용된다. 분석 결과에 따라 부품 대체, 장비 개조, 재고 확보 등의 다양한 대응 방안이 검토될 수 있으며 이러한 과정은 관련 부서 및 기관 간 협의를 통해 수행된다. 또한 이러한 결정 사항은 무기체계의 장기 운용 계획에 반영되어야 하므로 LCSP 문서에 기록되고 관리된다.

LCSP 문서 갱신 과정에서는 분석 결과와 유지관리 전략이 문서 형태로 정리되어 관리 체계에 반영된다. 이 과정에서는 기술 문서 업데이트, 유지관리 계획 수정, 관련 군수 데이터 갱신 등이 함께 수행된다. 이러한 문서 관리 활동은 무기체계 운용 과정에서 발생하는 다양한 정보를 체계적으로 기록하고 관리하기 위한 중요한 절차이다.

이와 같은 수명주기관리 프로세스는 여러 관리 단계로 구성되며 각 단계는 서로 연계되어 수행된다. 특히 각 단계에서 소요되는 처리 시간은 관리 절차의 복잡성, 조직 구조, 데이터 관리 환경 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 수명주기관리 프로세스의 효율성을 분석하기 위해서는 각 관리 단계의 수행 시간과 업무 흐름을 고려한 모델링이 필요하다.

본 연구에서는 이러한 수명주기관리 프로세스를 분석하여 기존 관리 절차의 구조를 정리하고 이를 기반으로 제안

된 수명주기관리 시스템 모델을 설계하였다. 특히 LCSP 관리 과정에서 발생하는 주요 관리 단계를 중심으로 프로세스를 정의하고 이를 기반으로 관리 프로세스의 처리 시간을 분석하기 위한 시뮬레이션 모델을 구성하였다. 이를 통해 기존 관리 프로세스와 제안된 관리 모델 간의 효율성 차이를 정량적으로 비교할 수 있도록 하였다.

3.2 Existing Lifecycle Management Process Model

기존 무기체계 수명주기관리 프로세스는 주로 문서 기반 관리 방식과 분산된 정보 관리 환경에서 수행되는 경우가 많다. 이러한 관리 방식에서는 부품 단종 정보, 기술 변경 사항, 장비 정비 이력, 유지관리 정책 등 다양한 군수 데이터가 서로 다른 시스템이나 문서 형태로 관리된다. 이로 인해 관련 정보를 수집하고 분석하는 과정에서 상당한 시간이 소요될 수 있으며 관리 프로세스의 효율성 측면에서 한계가 발생할 수 있다.

기존 수명주기관리 프로세스에서는 일반적으로 부품 단종 정보 또는 기술 변경 정보가 식별되는 단계에서 관리 절차가 시작된다. 이러한 정보는 장비 운용 과정에서 발생하는 정비 기록, 부품 공급 업체의 기술 공지, 또는 기술 지원 기관의 보고 등을 통해 확인될 수 있다. 그러나 이러한 정보는 다양한 출처에서 발생하기 때문에 관련 정보를 수집하고 정리하는 과정에서 추가적인 시간이 소요되는 경우가 많다.

정보 수집 이후에는 해당 정보가 무기체계 운용에 미치는 영향을 분석하는 기술 영향 분석 단계가 수행된다. 이 과정에서는 단종된 부품이 장비 운용에 미치는 영향, 대체 부품의 적용 가능성, 장비 성능 변화 여부, 유지관리 비용 증가 가능성 등을 종합적으로 분석하게 된다. 이러한 분석은 일반적으로 관련 기술 담당자에 의해 수행되며 필요한 경우 추가적인 기술 검토가 이루어질 수 있다.

기술 영향 분석 결과는 이후 관련 부서 검토 및 승인 과정으로 전달된다. 무기체계 유지관리 정책은 다양한 부서의 협의를 통해 결정되기 때문에 분석 결과에 대한 검토 과정이 필요하다. 이 과정에서는 기술 부서, 군수 지원 부서, 장비 운용 부서 등이 참여하여 분석 결과의 타당성을 검토하고 향후 유지관리 전략을 결정하게 된다. 이러한 협의 과정은 조직 구조와 업무 절차에 따라 일정한 시간이 소요되며 관리 프로세스의 처리 시간에 영향을 미칠 수 있다.

검토 및 승인 과정이 완료되면 최종적으로 LCSP 문서 갱신 과정이 수행된다. LCSP 문서는 무기체계의 유지관리 전략과 군수 지원 계획을 포함하는 핵심 문서로서 분석 결과와 유지관리 정책이 문서 형태로 반영되어야 한다. 이

과정에서는 기술 문서 수정, 유지관리 계획 갱신, 관련 군수 데이터 업데이트 등의 작업이 수행된다. 또한 이러한 문서 갱신 과정은 이후 유지관리 활동에 중요한 기준이 되기 때문에 정확한 기록 관리가 요구된다.

그러나 기존 수명주기관리 프로세스에서는 정보 수집과 분석 과정이 분산된 환경에서 수행되기 때문에 관리 프로세스의 처리 시간이 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 특히 정보 수집 단계에서는 다양한 데이터 출처를 확인해야 하기 때문에 많은 시간이 소요될 수 있으며 이러한 문제는 전체 관리 프로세스의 효율성에 영향을 미칠 수 있다. 또한 기술 영향 분석과 검토 과정에서도 여러 단계의 협의 절차가 요구되기 때문에 관리 프로세스가 복잡해질 수 있다.

이러한 구조는 수명주기관리 데이터의 체계적인 관리와 신속한 의사결정을 어렵게 만드는 요인이 될 수 있다. 특히 장기 운용 무기체계의 경우 부품 단종이나 기술 변화가 지속적으로 발생하기 때문에 이러한 관리 절차가 반복적으로 수행되며 그에 따라 관리 부담이 증가할 수 있다. 따라서 기존 수명주기관리 프로세스의 구조를 분석하고 관리 효율성을 향상시킬 수 있는 개선 방안을 제시하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 이러한 기존 수명주기관리 프로세스의 구조를 분석하여 주요 관리 단계를 정의하고 각 단계에서 발생하는 처리 시간을 기반으로 관리 프로세스를 모델링하였다. 이를 통해 기존 관리 프로세스의 처리 시간 구조를 분석하고 이후 제안되는 수명주기관리 시스템 기반 모델과의 비교 분석을 수행할 수 있도록 하였다.

3.3 Proposed Lifecycle Management System Model

기존 수명주기관리 프로세스에서는 다양한 군수 정보와 기술 데이터가 여러 시스템과 문서에 분산되어 관리되는 경우가 많으며 이러한 구조는 정보 수집과 분석 과정에서 추가적인 관리 부담을 발생시킬 수 있다. 특히 부품 단종 정보나 기술 변경 정보와 같이 무기체계 운용에 직접적인 영향을 미치는 정보는 신속하게 수집되고 분석되어야 하지만 기존 관리 환경에서는 이러한 정보가 여러 경로를 통해 전달되기 때문에 관리 프로세스의 처리 시간이 증가할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 Lifecycle Management System(LCMS) 기반 수명주기관리 모델을 제안한다. 제안된 시스템은 수명주기관리 과정에서 발생하는 다양한 군수 데이터를 통합적으로 관리하고 관리 프로세스를 효율적으로 수행할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 한다. 특히 부품 단종 정보, 기술 분석 결과, 유지관리 정책,

장비 변경 이력 등 다양한 관리 정보를 하나의 관리 환경에서 통합적으로 관리함으로써 기존 관리 프로세스에서 발생하는 정보 분산 문제를 해결할 수 있도록 설계되었다.

제안된 수명주기관리 시스템은 데이터 수집 계층(Data Acquisition Layer), 분석 계층(Analysis Layer), 그리고 관리 및 의사결정 계층(Decision Support Layer)으로 구성된다. 먼저 데이터 수집 계층에서는 부품 공급업체, 정비 이력 시스템, 기술 공지 등 다양한 정보 출처로부터 부품 단종 정보와 기술 변경 정보를 자동으로 수집한다. 수집된 데이터는 중앙 데이터베이스에 저장되며 데이터 통합 및 정합성 검증 과정을 거친다. 이후 분석 계층에서는 수집된 데이터를 기반으로 기술 영향 분석과 유지관리 영향 평가를 수행하며, 의사결정 계층에서는 분석 결과를 바탕으로 유지관리 전략 수립 및 LCSP 문서 갱신을 지원한다. 이러한 계층적 구조를 통해 제안된 시스템은 수명주기관리 프로세스의 자동화 및 효율화를 지원할 수 있다. 기존 관리 프로세스에서는 이러한 정보가 여러 문서나 관리 시스템에 분산되어 관리되는 경우가 많았으나 제안된 시스템에서는 데이터 통합 관리 기능을 통해 관련 정보를 일관된 형태로 관리할 수 있다.

수집된 정보는 기술 영향 분석 과정에서 활용된다. 이 단계에서는 부품 단종이나 기술 변경이 무기체계 운용에 미치는 영향을 분석하며 필요할 경우 대체 부품 적용 가능성이나 장비 개조 필요성 등을 검토하게 된다. 제안된 시스템에서는 이러한 분석 과정을 지원하기 위해 관련 기술 데이터와 유지관리 이력을 함께 활용할 수 있도록 설계하였다. 이를 통해 분석 과정의 효율성을 향상시키고 보다 신속한 의사결정을 지원할 수 있다.

기술 영향 분석 결과는 이후 유지관리 전략 수립 과정에 반영된다. 분석 결과에 따라 부품 대체, 장비 개조, 재고 확보 등의 대응 전략이 검토되며 이러한 결정 사항은 LCSP 문서에 반영되어 관리된다. 제안된 시스템에서는 LCSP 관리 기능을 통해 분석 결과와 유지관리 정책이 자동으로 관리 시스템에 기록되도록 하여 문서 갱신 과정에서 발생할 수 있는 관리 부담을 줄일 수 있다.

또한 제안된 시스템은 수명주기관리 과정에서 발생하는 다양한 군수 데이터를 통합적으로 관리할 수 있는 구조를 가진다. 이러한 데이터 통합 기능은 수명주기관리 프로세스에서 발생하는 다양한 정보를 체계적으로 관리할 수 있도록 하며 이후 유지관리 전략 수립과 의사결정 과정에서도 활용될 수 있다. 특히 장기간 운용되는 무기체계의 경우 다양한 유지관리 이력과 기술 데이터가 축적되기 때문에 이러한 데이터를 체계적으로 관리하는 것이 중요하다.

제안된 수명주기관리 시스템의 주요 기능은 Table 2와 같이 정리할 수 있다.

Table 2. Functions of the proposed lifecycle management system

Function	Description
Obsolescence monitoring	Collection and monitoring of component obsolescence information
Impact analysis	Technical impact analysis
Maintenance planning	Lifecycle maintenance planning
LCSP update	Updating lifecycle sustainment plan
Data integration	Integrated management of logistics data

제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스에서는 이러한 기능을 통해 기존 관리 프로세스에서 수행되던 일부 관리 절차가 단순화될 수 있다. 특히 데이터 통합 관리 기능을 통해 정보 수집 과정이 효율적으로 수행될 수 있으며 기술 분석 과정에서도 관련 데이터를 즉시 활용할 수 있어 분석 과정의 수행 시간이 단축될 수 있다.

또한 LCSP 문서 관리 기능을 통해 유지관리 정책과 기술 분석 결과가 관리 시스템에 자동으로 반영될 수 있으며 이를 통해 문서 관리 과정에서 발생하는 반복적인 업무를 줄일 수 있다. 이러한 기능은 수명주기관리 프로세스의 전반적인 효율성을 향상시키는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 제안된 수명주기관리 시스템 구조를 기반으로 기존 관리 프로세스와 제안된 관리 모델 간의 처리 시간을 비교 분석하였다. 이를 통해 제안된 시스템이 수명주기관리 프로세스의 효율성을 얼마나 향상시킬 수 있는지를 정량적으로 분석하고자 한다.

3.4 Lifecycle Management Simulation Model

제안된 수명주기관리 모델의 성능을 분석하기 위해 시뮬레이션 기반 분석을 수행한다. 시뮬레이션 모델은 LCSP 관리 프로세스에서 수행되는 각 단계의 처리 시간을 기반으로 전체 관리 프로세스의 수행 시간을 분석하도록 구성된다. 특히 기존 관리 프로세스와 제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스의 처리 시간을 비교함으로써 관리 효율성 향상 효과를 정량적으로 평가한다.

기존 수명주기관리 프로세스에서는 부품 단종 정보 수집, 기술 영향 분석, 관련 부서 검토 및 승인, 그리고 LCSP 문서 갱신과 같은 단계가 순차적으로 수행된다. 이

러한 관리 단계는 서로 독립적인 업무 절차로 구성되며 각 단계에서 소요되는 처리 시간이 전체 관리 프로세스의 수행 시간에 영향을 미친다. 따라서 정보 수집 단계에서 발생하는 시간, 기술 분석 과정에서 소요되는 시간, 검토 및 승인 절차에서 발생하는 행정 처리 시간, 그리고 LCSP 문서 갱신에 필요한 시간이 전체 수명주기관리 프로세스의 수행 시간을 결정하게 된다.

제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스에서는 데이터 통합 관리와 자동화된 분석 기능을 활용하여 관리 절차가 단순화된다. 제안된 시스템에서는 부품 단종 정보와 기술 변경 정보를 통합적으로 관리하고 이를 기반으로 기술 영향 분석을 수행한다. 또한 분석 결과는 유지관리 전략 수립 과정에 반영되며 필요한 경우 LCSP 문서에 자동으로 반영된다. 이러한 구조는 기존 관리 프로세스에서 발생하던 반복적인 검토 절차와 데이터 수집 과정을 감소시켜 관리 프로세스의 효율성을 향상시킬 수 있다.

수명주기관리 프로세스의 처리 시간은 실제 운용 환경에 따라 변동될 수 있으므로 각 관리 단계의 처리 시간을 확률적 특성을 가지는 변수로 모델링한다. 시뮬레이션에서는 이러한 처리 시간 변동을 고려하여 각 단계의 처리 시간을 반복적으로 생성하고 이를 기반으로 전체 관리 프로세스의 수행 시간을 계산한다. 반복적인 시뮬레이션 수행을 통해 다양한 운영 환경에서 발생할 수 있는 처리 시간 변동을 분석할 수 있으며 이를 통해 관리 프로세스의 평균 수행 시간과 처리 시간 분포를 추정할 수 있다.

시뮬레이션 분석을 통해 계산된 결과는 기존 관리 프로세스와 제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스의 수행 시간을 비교하는 데 활용된다. 이를 통해 제안된 시스템이 기존 관리 프로세스 대비 어느 정도의 처리 시간 단축 효과를 가지는지를 정량적으로 평가할 수 있으며 이러한 결과는 다음 장에서 제시되는 실험 결과 분석을 통해 검증된다.

IV. Simulation and Experimental Results

본 장에서는 제안된 수명주기관리 모델의 효과를 검증하기 위해 시뮬레이션 기반 실험을 수행하였다. 실험의 목적은 기존 LCSP 관리 프로세스와 제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스의 처리 시간을 비교하여 관리 효율성 향상 여부를 분석하는 것이다. 특히 각 관리 단계에서

발생하는 처리 시간을 고려하여 전체 관리 프로세스의 평균 수행 시간을 분석하였다.

4.1 Experimental Environment

실험에서는 수명주기관리 프로세스에서 수행되는 주요 관리 단계를 기준으로 시뮬레이션 모델을 구성하였다. 기존 관리 프로세스에서는 부품 단종 정보 수집, 기술 영향 분석, 관련 부서 검토 및 승인, 그리고 LCSP 문서 갱신 단계가 순차적으로 수행된다. 반면 제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스에서는 데이터 통합 관리와 자동화된 분석 기능을 통해 일부 관리 절차가 단순화된다.

실험을 위해 각 관리 단계에서 소요되는 평균 처리 시간을 설정하였다. 기존 관리 프로세스의 처리 시간은 실제 무기체계 수명주기관리 절차에서 수행되는 업무 흐름을 기반으로 설정하였으며, 각 단계별 처리 시간은 일반적인 업무 수행 시간을 고려하여 설정하였다. 특히 정보 수집 단계는 다양한 시스템 및 문서에서 데이터를 수집하는 과정이 포함되므로 상대적으로 높은 처리 시간이 반영되었다.

제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스의 경우 데이터 통합 관리 기능과 자동화된 분석 기능을 고려하여 처리 시간을 감소시킨 값을 적용하였다. 예를 들어 데이터 수집 단계에서는 통합 데이터베이스를 활용하여 정보 접근 시간을 단축할 수 있으며, 기술 영향 분석 단계에서는 자동화된 분석 기능을 통해 처리 시간이 감소하는 것으로 가정하였다. 또한 검토 및 의사결정 단계에서는 일부 의사결정 지원 기능을 통해 협의 절차가 단축되는 효과를 반영하였다.

Table 3. Input parameters for simulation model

Process Step	Existing Process (days)	Proposed Process (days)
Data collection	10	4
Technical analysis	5	3
Review & decision	3	2
LCSP update	0	1
Total	18	10

기존 관리 프로세스에서는 정보 수집 단계에서 가장 많은 시간이 소요되는 것으로 나타났으며 이는 다양한 시스템에서 데이터를 수집하고 관련 정보를 분석하는 과정에서 발생하는 시간 때문이다. 반면 제안된 시스템에서는 데이터 통합 관리 기능을 통해 정보 수집 시간을 크게 감소시킬 수 있다.

4.2 Simulation Results

시뮬레이션은 총 1,000회의 반복 수행을 통해 다양한 처리 시간 변동을 고려하여 수행하였다. 시뮬레이션 결과 기존 수명주기관리 프로세스와 제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스 간의 처리 시간 차이를 확인할 수 있었다. 기존 관리 프로세스의 평균 수행 시간은 약 18일로 나타났으며 제안된 시스템 기반 프로세스의 평균 수행 시간은 약 10일 수준으로 나타났다.

이는 데이터 통합 관리 및 자동화된 분석 기능을 통해 관리 절차가 단순화되었기 때문으로 해석된다. 특히 기존 관리 프로세스에서는 정보 수집 단계에서 전체 처리 시간의 상당 부분이 소요되는 것으로 나타났으며, 제안된 시스템에서는 해당 단계의 처리 시간이 크게 감소하였다.

또한 시뮬레이션 결과를 통해 각 단계별 처리 시간 감소 효과를 분석한 결과, 정보 수집 단계에서 가장 큰 개선 효과가 나타났으며 이는 데이터 통합 관리 기능의 영향으로 판단된다. 기술 분석 및 검토 단계에서도 일정 수준의 처리 시간 감소가 나타났으며 이는 자동화된 분석 및 의사결정 지원 기능의 효과로 해석된다.

이와 같은 결과는 제안된 수명주기관리 시스템이 특정 단계뿐 아니라 전체 관리 프로세스 전반에서 효율성 향상을 유도할 수 있음을 의미하며, 특히 반복적으로 수행되는 관리 절차에서 그 효과가 더욱 크게 나타날 수 있음을 보여준다.

Table 4. Simulation performance analysis results

Metric	Existing Process	Proposed Model	Improvement
Average processing time (days)	18	10	44.4% reduction
Maximum processing time (days)	24	14	Reduced variability
Minimum processing time (days)	12	8	Faster baseline
Standard deviation	High	Lower	Improved stability
Bottleneck stage	Data collection	Reduced	Efficiency improved

Table 4는 시뮬레이션 결과를 기반으로 기존 관리 프로세스와 제안된 모델 간의 성능 차이를 다양한 지표 측면에서 분석한 결과를 나타낸다. 단순 평균 처리 시간뿐 아니라 최대 처리 시간, 최소 처리 시간, 그리고 처리 시간의 변동성을 함께 고려하여 분석하였다.

분석 결과, 제안된 모델은 평균 처리 시간 감소뿐 아니라 처리 시간의 변동성을 감소시켜 보다 안정적인 관리 프로세스를 제공하는 것으로 나타났다. 특히 기존 프로세스에서 병목 구간으로 나타난 정보 수집 단계의 비효율이 크게 개선되었으며, 이는 전체 관리 효율성 향상에 중요한 영향을 미친 것으로 분석된다.

이러한 결과는 제안된 모델이 단순한 시간 단축을 넘어 관리 프로세스의 안정성과 예측 가능성을 동시에 향상시킬 수 있음을 의미한다. 또한 반복적인 수명주기관리 업무 환경에서 이러한 효과가 누적되어 더욱 큰 효율성 향상을 기대할 수 있으며, 관리 프로세스의 표준화 및 자동화를 통해 의사결정 지원 측면에서도 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

위 결과를 통해 제안된 수명주기관리 시스템은 기존 관리 프로세스 대비 약 44% 수준의 처리 시간 감소 효과를 보이는 것으로 나타났다.

4.3 Discussion

시뮬레이션 결과를 통해 제안된 수명주기관리 시스템 기반 모델이 기존 LCSP 관리 프로세스 대비 높은 효율성을 가지는 것으로 나타났다. 특히 데이터 통합 관리 기능을 통해 정보 수집 단계의 처리 시간을 크게 단축할 수 있었으며 이는 전체 관리 프로세스의 수행 시간 감소로 이어졌다.

또한 제안된 시스템은 기술 분석 과정에서 자동화된 분석 기능을 활용함으로써 관리 절차의 효율성을 향상시킬 수 있다. 이러한 구조는 수명주기관리 데이터의 관리 효율성을 향상시키고 LCSP 문서 갱신 과정의 신속성을 확보하는 데 기여할 수 있다.

다만 본 연구에서는 시뮬레이션 기반 분석을 통해 제안된 모델의 효과를 검증하였으며 실제 무기체계 운용 환경에서의 다양한 변수는 충분히 반영되지 못하였다. 실제 운영 환경에서는 조직 구조, 업무 절차, 데이터 관리 환경, 그리고 사용자 숙련도 등 다양한 요소가 관리 프로세스의 수행 시간에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 실제 무기체계 운용 데이터를 기반으로 한 실증 분석을 수행하고, 다양한 운영 조건을 반영한 모델 검증이 필요하다. 또한 실 운용 환경에서의 적용 사례를 통해 제안된 모델의 실효성을 검증하는 연구가 추가적으로 요구된다.

V. Conclusions

본 연구에서는 무기체계 운용 단계에서 수행되는 수명주기관리 프로세스의 효율성을 향상시키기 위한 관리 모

델을 제안하였다. 특히 LCSP 관리 과정에서 발생하는 다양한 관리 절차를 분석하고 이를 기반으로 수명주기관리 프로세스를 체계적으로 모델링하였다. 또한 기존 관리 프로세스와 제안된 수명주기관리 시스템 기반 프로세스를 비교하기 위해 시뮬레이션 기반 분석을 수행하였다.

기존 수명주기관리 프로세스에서는 부품 단종 정보 수집, 기술 영향 분석, 관련 부서 검토 및 승인, LCSP 문서 갱신과 같은 단계가 순차적으로 수행되며, 이러한 과정에서 다양한 행정 절차와 분산된 데이터 수집 과정이 요구된다. 특히 정보 수집 단계는 다양한 출처에서 데이터를 수집하고 이를 정리하는 과정이 포함되어 전체 처리 시간 중 가장 큰 비중을 차지하는 병목 구간으로 나타났다.

이에 본 연구에서는 수명주기관리 데이터를 통합적으로 관리하고 분석 과정을 지원할 수 있는 Lifecycle Management System 기반 관리 모델을 제안하였다. 제안된 시스템은 부품 단종 정보 관리, 기술 영향 분석, 유지관리 전략 지원, LCSP 문서 갱신 기능을 통합적으로 제공함으로써 수명주기관리 프로세스의 효율성을 향상시키는 것을 목표로 한다. 특히 데이터 통합 관리와 분석 기능을 통해 정보 수집 및 기술 분석 단계의 비효율을 개선할 수 있도록 설계하였다.

제안된 모델의 효과를 검증하기 위해 시뮬레이션 기반 실험을 수행하였으며 기존 관리 프로세스와 제안된 관리 모델의 처리 시간을 비교하였다. 실험 결과 기존 수명주기관리 프로세스의 평균 수행 시간은 약 18일 수준으로 나타났으며, 제안된 시스템 기반 관리 프로세스의 평균 수행 시간은 약 10일 수준으로 나타났다. 이는 약 44% 수준의 처리 시간 감소 효과를 의미한다. 또한 제안된 모델은 평균 처리 시간 감소뿐 아니라 처리 시간의 변동성을 감소시켜 보다 안정적이고 예측 가능한 관리 프로세스를 제공하는 것으로 나타났다. 특히 정보 수집 단계에서 가장 큰 개선 효과가 나타났으며, 기술 분석 단계에서도 처리 시간 감소가 확인되었다.

이러한 결과는 제안된 수명주기관리 모델이 단순한 시간 단축을 넘어 관리 프로세스 전반의 효율성과 안정성을 동시에 향상시킬 수 있음을 의미한다. 특히 반복적으로 수행되는 수명주기관리 업무 환경에서는 이러한 효과가 누적되어 더욱 큰 효율성 향상을 기대할 수 있으며, 관리 프로세스의 표준화 및 자동화를 통해 의사결정 지원 측면에서도 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

본 연구는 LCSP 관리 프로세스를 중심으로 수명주기관리 절차를 분석하고 이를 확률 기반 모델로 정식화하여 정량적으로 평가할 수 있는 방법을 제시하였다는 점에서 의

의를 가진다.

다만 본 연구에서는 시뮬레이션 기반 분석을 통해 제안된 모델의 성능을 평가하였으며 실제 운용 환경에서의 조직적·운용적 요소는 충분히 반영되지 못하였다. 특히 국방 분야의 특성상 실제 운영 데이터를 직접 활용하는 데에는 제한이 존재한다. 따라서 향후 연구에서는 실제 무기체계 운용 데이터를 기반으로 한 실증 분석을 수행하고 다양한 운용 환경을 고려한 모델 확장이 필요하다. 또한 데이터 기반 군수 관리 체계 및 디지털 전환 환경과의 연계를 통해 보다 실효성 있는 수명주기관리 시스템으로 발전시키기 위한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] U.S. Department of Defense, "Product Support Manager Guidebook," Defense Acquisition University, May 2022. <https://www.dau.edu>
- [2] J. Jones, "Integrated Logistics Support Handbook," McGraw-Hill, 2019.
- [3] U.S. Department of Defense, "DoD Product Support Manager Guidebook," Defense Acquisition University, 2022.
- [4] U.S. Government Accountability Office, "Defense Acquisitions: Assessments of Selected Weapon Programs," GAO Report, 2022. <https://www.gao.gov>
- [5] U.S. Department of the Navy, "Reliability and Maintainability Engineering Guidebook," 2022. <https://www.cto.mil>
- [6] A. Grubic, "Maintenance Management in Modern Manufacturing Systems," *International Journal of Production Economics*, Vol. 132, No. 2, pp. 254-264, Aug. 2011. DOI: 10.1016/j.ijpe.2011.04.026
- [7] E. Zio, "Reliability Engineering: Old Problems and New Challenges," *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 94, No. 2, pp. 125-141, Feb. 2009. DOI: 10.1016/j.res.2008.06.002
- [8] F. Chiacchio, L. Oliveri, S. M. Khodayee, and D. D'Urso, "Performance Analysis of a Repairable Production Line Using Monte Carlo Simulation," *Applied Sciences*, Vol.13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13010271>
- [9] U.S. Department of Defense, "Digital Engineering Strategy," 2018. <https://www.cto.mil>
- [10] NATO Support and Procurement Agency, "Life Cycle Management in NATO Systems," NATO Publication, 2021.
- [11] D. Sandborn, "Software Obsolescence—Complicating the Part and Technology Obsolescence Management Problem," *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies*, Vol.30, No.4, pp.886-888, Dec.2007. DOI:10.1109/TCAPT.2007.910908
- [12] P. Sandborn, and J. Myers, "Forecasting Technology Obsolescence," *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies*, Vol.31, No.3, pp.699-706, Sept.2008. DOI:10.1109/TCAPT.2008.2001023
- [13] M. Pecht, and P. Sandborn, "Strategies for Managing Electronic Component Obsolescence," *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies*, Vol.27, No.3, pp.507-513, Sept.2004. DOI:10.1109/TCAPT.2004.832994
- [14] R. Billinton, and R. Allan, "Reliability Evaluation of Engineering Systems," *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol.PAS-99, No.2, pp.761-769, Mar.1980. DOI:10.1109/TPAS.1980.319713
- [15] A. Birolini, "Reliability Engineering: Theory and Practice," Springer, 2017. DOI:10.1007/978-3-662-54209-4

Authors



Geonu Park earned a Bachelor's degree in Multimedia Engineering from Kongju National University in Korea in 2010. In 2018, he earned a M.S degree in Business Administration from Hankuk University of

Foreign Studies. Geonu Park was commissioned as an Ensign in the Republic of Korea Navy in 2010 and served on battleships and in logistics units. He is currently performing Weapon System Life Cycle Management duties at the Logistics Staff Department of the Republic of Korea Navy Headquarters. He has received numerous awards in the field of logistics, including the Prime Minister's Commendation.



Seong-Ik Kim received the B.S. degree in Multimedia Engineering from Kongju National University, Korea in 2011. The M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Kongju National University, Korea, in 2017,

2021, respectively. Dr. Kim joined the faculty of the Department of Artificial Intelligence & Software at U1 University, Asan, Korea, in 2021. He is currently a Professor in the Department of Artificial Intelligence & Software, U1 University. He is interested in IT convergence, artificial intelligence, bigdata, computer vision, image processing.