

방산원가관리체계 개선을 위한 인공지능(AI) 기반의 RPA 적용방안 개념연구

김기환, 이상복

To cite this article : 김기환, 이상복 (2022) 방산원가관리체계 개선을 위한 인공지능(AI) 기반의 RPA 적용방안 개념연구, 한국방위산업학회지, 29:3, 31-50

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

방산원가관리체계 개선을 위한 인공지능(AI) 기반의 RPA 적용방안 개념연구

A Conceptual Study on the Application of AI-based RPA to Improve the Defense Cost Management System

김기환*, 이상복**

Kihwan Kim*, Sangbok Lee**

ABSTRACT

This study proposes three methodologies to improve the Defense Cost Management System through the application of RPA(Robotic Process Automation). This expects to improve the continuity, accuracy, and efficiency of cost estimation. First, an RPA-based cost estimation system is established. An AI(Artificial Intelligence) implemented RPA system performs validation of cost data and simple repetitive tasks, and thus, it prevents the errors and increases the efficiency in associated tasks. Second, an integrated operation of cost and cost-management is performed. Through this, the issues caused by database separation and key-value differences between the 'Defense Integrated Cost System', which manages cost tasks, and the 'Defense Standards Comprehensive Information System', which manages defense standards and standardization tasks, can be improved. Finally, a feedback system for cost analysis and cost information is established. This standardizes technologies and associated costs in the weapon acquisition phases. In addition, it collects, stores, and manages cost analysis and estimation records regularly, and makes it possible to reuse the information when a new weapon system requirement arises.

초 록

본 연구는 RPA(Robotic Process Automation) 적용을 통한 방산원가관리체계 개선 방안을 세 가지로 제시한다. 이를 통해 원가 산정 업무의 연속성, 정확성, 효율성을 기대한다. 첫째, RPA 기반 원가산정 체계를 구축한다. 인공지능을 적용한 RPA를 통해 원가자료 타당성 검증 및 단순반복 업무를 수행하도록 하여, 오류를 방지하고 효율성을 높인다. 둘째, 비용 및 원가 관리를 통합 운영한다. 원가업무를 관리하는 '국방통합원가시스템'과 국방규격 및 표준화 업무를 관리하는 '국방표준종합정보시스템' 간 DB 분리 및 Key값 상이로 인한 문제점을 개선할 수 있다. 마지막으로, 비용분석 및 원가정보 환류체계를 구축한다. 이를 통해 무기체계 획득 단계별로 기술 및 비용자료를 표준화시키고, 각종 비용 분석 및 원가산정 결과 등을 주기적으로 수집, 저장, 관리하며, 무기체계 소요제기 시 정보를 재활용할 수 있다.

Key Words : 인공지능(Artificial Intelligence), RPA(Robot Process Automation), 방산원가관리체계(Defense Cost Management System), 원가관리(Cost Management), 비용분석(Cost Analysis), 원가정보 환류체계(Cost Information Feedback System)

* 김기환, 방위사업청(주저자, E-mai: kihwani1@korea.kr)

** 이상복, 한성대학교 IT공과대학 스마트경영공학부 부교수(교신저자, E-mail: slee@hansung.ac.kr)

I. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

4차 산업혁명의 도래는 인공지능(AI : Artificial Intelligence), 빅 데이터(Big Data), 사물인터넷(IOT : Internet of Things) 등 데이터와 네트워크 기술의 혁신과 성장, 인류 문명의 창조적 진화의 시대를 열어주었다. 또한 글로벌 산업구조의 변화, 상품·서비스의 생산·유통·소비 등 전 과정에서 모든 것이 연결되고 지능화하는 패러다임의 변화를 이끌고 있다[1].

최근 현 정부에서는 모든 데이터가 연결되는 디지털 플랫폼 정부 구현과 인공지능을 활용한 데이터 기반의 과학적 행정 구현을 추진 중에 있으며, 국방 분야에서도 인공지능(AI), 가상 및 증강 현실 등의 연구를 통해 GOP·중요시설, 해·강안 감시 지능화 및 무인화, 머신러닝 기반 전투장비 재고·수리부속 유지 등의 연구가 진행 중이다. 하지만 위에서 언급한 바와 같이 다양한 분야에서 인공지능 기술이 개발되고 활용 중에 있기는 하나 명칭의 혼란 등에서 오는 과대평가나 기술의 오·남용 등이 심각한 상황이다[2,3].

여기서 인공지능이란 컴퓨터 기술을 이용하여 인지기능을 구현하는 기술을 말하며 이중 머신러닝은 데이터로부터 자동으로 인공지능을 구축하는 기술을, 딥러닝은 여러 층의 신경망을 학습하는 머신러닝 기술이라고 정의할 수 있다. 최근 국방 분야에서도 고효율의 국방운영 달성을 위해 인공지능 등 첨단기술을 적용한 자율형 무기체계 활용과 국방운영 전반에 AI 및 Big Data를 적용하여 지능화 및 효율화를 추진 중에 있다[4,5,6].

이와 관련 군 소요전력을 최적의 조건으로 적기에 공급하는 것을 목적으로 하는 방위력개선사업 분야에서도 인공지능 기술 활용방안을 연구하려는 시도가 이어지고 있다. 특히, 군에서 요구한 무기체계의 적기 전력화를 위해 사업추진방법 결정을 위한 소요비용 분석 및 계약추진 등에 적정 원가산정은 필수적이다. 하지만, 실제 현업에서 원가산정 업무를 수행하는 방위사업청 원가담당자의 경우 방산업체가 제출하는 원가자료의 방대함에 비하여 제한된 기간 내에 원가를 산정해야 하고, 해당 무기체계에 대한 전문성이 부족하거나 업체 자료의 실질적 확인이 제한되는 경우

가 많아 원가산정 결과에 대한 부담감이 상존하고 있다. 따라서 4차 산업혁명 시대의 핵심 기술 중 하나인 인공지능 기술을 활용하여 현재의 방산원가산정체계를 개선하는 방안에 대한 연구를 진행할 필요가 있다[7,8,9,10].

이에 본 연구에서는 4차 산업혁명에 따른 산업구조 변화와 국방 인공지능 추진전략을 기반으로 방산원가산정 패러다임 변화에 따른 원가산정 업무의 연속성, 정확성, 효율성 향상을 위한 인공지능(AI) 기술 적용 방안으로 다음 3가지를 제안하고자 한다.

첫째, 인공지능 기술인 RPA¹⁾ 기반의 원가산정체계 구축이다. 현재의 방산원가산정체계는 원가담당자가 방대한 업체 원가자료를 수작업으로 확인 및 분석을 통해 이루어 지므로 산정기간에 많은 시간이 소요되고 정확성이나 효율성이 떨어지는 문제점이 있다. 이의 개선을 위해서는 인공지능 알고리즘을 적용하여 원가산정 절차를 자동화할 수 있도록 로봇 프로세스 자동화 프로그램인 RPA 기반 원가산정체계를 구축할 필요가 있다. 이를 위해 원가업무 기술적 특징 및 적용기술을 분석하여 RPA 적용프로세스와 평가지표를 마련하고, 업무 프로세스는 실제 현업에서 이루어지는 원가접수, 산정결과 신뢰성 검증 및 수정, 시스템 등록 및 결재 등의 절차를 준용하는 원가산정체계 구축 방안을 제시한다.

둘째, 비용 및 원가관리의 통합 운영이다. 현재의 방위사업청 원가업무를 관리하는 ‘국방통합원가시스템’과 국방규격 및 표준화 업무 등을 관리하는 ‘국방표준종합정보시스템’²⁾간에는 상호 정보공유가 제한되는 문제가 있다. 이의 개선을 위해서는 비용 및 원가관리가 통합하여 운영될 필요가 있다. 이를 위해 무기체계 획득단계별 비용분석 및 원가구조를 비교분석하여 WBS³⁾와 BOM⁴⁾, EBS⁵⁾자료를 통합 운영하는 방안을 제시한다.

- 1) RPA(Robot Process Automation, 로봇자동화 소프트웨어) : 업무처리 과정에 발생하는 데이터를 정형화하고 논리적으로 자동 수행하는 기술
- 2) 국방표준종합정보시스템 : 군수품의 원활한 조달 및 품질관리를 위해 국방규격의 제·개정 및 목록 업무를 지원하고 기술 자료를 축적 및 관리하는 정보시스템
- 3) WBS(Work Breakdown Structure, 작업분할구조) : 제품 개발, 생산과 정간 작업 활동과 업무를 세분화한 구조
- 4) BOM (Bill of Material, 자재목록) : 상위 품목과 부품 관계, 사용량, 단위 등을 표시한 list, 도표, 또는 그림.
- 5) EBS(Estimating Breakdown Structure, 비용분할구조) : 비용분석을 위해 활동과 업무를 세분화한 구조

셋째, 비용분석 및 원가정보 환류체계의 구축이다. 현재의 업무 프로세스로는 무기체계 획득 단계별 식별된 기술 및 비용자료 표준화와 축적된 비용분석 및 원가산정 결과 등을 주기적으로 수집, 저장, 관리하는 것이 어렵다. 또한 무기체계 소요제기 시 사업관리, 비용분석, 원가산정 정보를 재활용 할 수 없다는 문제가 있다. 이의 개선을 위해 비용분석 결과와 원가정보가 환류 되는 체계를 구축할 필요가 있다. 이를 위해 시범사업을 통해 선행연구에서 양산 및 운용유지 단계에 걸쳐 비용분석 환류체계 구현을 위한 M-BOM⁶⁾ 기준 WBS, C-BOM⁷⁾, EBS 자료구조 생성 현황을 비교분석하여 환류체계 구축 방안을 제시한다.

1.2 연구의 범위 및 효과

4차 산업혁명은 ‘디지털 혁명이라는 기반 하에 물리적, 디지털적, 생물학적 공간의 경계가 희미해지는 기술융합의 시대’라고 정의할 수 있으며, 기존 3차 산업혁명을 근간으로 디지털과 물리학, 바이오산업 등의 기술이 융합된 차세대 산업혁명을 의미한다[1].

현재 인공지능(AI) 기술은 국방 분야에도 적용되어 전장의 Game Changer이자 전투원을 대체하는 수단으로 급부상 중에 있으며, 세계 주요 방산선진국들은 미래 전장에서 상대적 비교우위를 점하기 위해 자율 무기체계 등에 대한 대대적 제원 투자 등 역량을 집중하고 있다. 특히, 국방부에서는 2021년 5월에 <그림 1>과 같이 ‘국방 인공지능 추진 전략’을 수립하여 혁신(전면적 AI 활용을 위한 추진체계 혁신), 공유(데이터를 공유하여 활용한 새로운 패러다임 조성), 협력(민·군이 함께하는 국방 AI 혁신 생태계 구축) 등 3가지 핵심가치를 제시하였다[5,6].

세부 추진전략으로 국방 AI 협의체를 구성하고 AI전담 부서를 신설하여 기관별 역할 정립 등을 목표로 하는 ‘국방 AI 추진체계 정립 전략’, 전면적 AI활용을 위한 대규모 소요발굴, 핵심 및 선도사업 중심으로 전략적 사업화를 도모하는 ‘전면적 AI 활용을 위한 소요 발굴 및 사업화 전략’, 현행 획득 및 운용제도 전반 개선 등의 ‘AI 신속 도입

을 위한 혁신적 획득제도 마련 전략’, 데이터 수집·저장을 위한 기반환경 구축, 양질의 데이터 확보 등의 ‘AI 필수요소인 양질의 데이터 확보 및 활용 전략’, 국방 및 국가 혁신을 선도하는 AI 인재양성과 초연결, 초융합 네트워크 구축 등의 ‘혁신의 지속적 보장을 위한 인프라 구축 전략’ 등을 제시한바 있다[5,6,7].

현재 방위사업청은 원가제도 및 심사, 제비율 업무 등을 수행하는 원가관리과와 원가산정 업무를 수행하는 3개 원가부서가 연간 2,100여건의 원가를 자체 또는 외부 용역기관 등을 활용, 업체자료를 제출받아 산정하고 있다. 그러나 원가담당자의 경험과 노력 정도 여부에 따라 산정결과에 차이가 발생할 개연성이 존재한다. 왜냐하면, 현 방산원가는 실비용 보상 방식으로 원가자료를 실샘하여 확인하는 것이 원칙이나, 업체자료가 방대하고, 제한된 기간 내에

AI를 통한 국방 전 영역의 혁신	
핵심 가치	혁신 전면적 AI 활용을 위한 추진체계 혁신
	공유 데이터 공유·활용 새로운 패러다임 조성 협력 민·군이 국방AI 혁신 생태계 구축
추진전략	주요 과제
① 국방 AI 추진체계 정립	- 국방 인공지능(AI) 협의체의 구성 - AI 전담부서 신설 및 기관별 역할 정립
② 전면적 AI 활용을 위한 소요 발굴 및 사업화	- 전면적 AI활용을 위한 대규모 소요 발굴 - 핵심 및 선도사업 중심으로 전략적 사업화 - 민간기술 적극 활용을 위한 국방 AI 생태계 조성
③ AI 신속도입을 위한 혁신적 획득제도 마련	- AI 신속도입을 위한 맞춤형 획득제도 신설 - 현행 획득 및 운용제도 전반 개선
④ AI 필수요소인 양질의 데이터 확보 활용	- AI가 필요로 하는 양질의 데이터 확보 - 데이터 수집·저장을 위한 기반환경 구축 - 데이터 개발·공유 위한 문화조성 및 제도 개선
⑤ 혁신의 지속성 보장을 위한 인프라 구축	- 국방 및 국가 혁신을 선도하는 AI 인재양성 - 초연결, 초융합 네트워크 구축 - 사이버 보안강화 및 국방 AI 윤리기준 정립

〈그림 1〉 국방 인공지능 추진 전략(국방부, 2022. 5.)

6) M-BOM (Manufacturing BOM, 제작·자재명세서) : 제품제작에 기준이 되는 자재목록(BOM)

7) C-BOM(Cost BOM, 가격 자재명세서) : 제품의 원가 산정에 기준이 되는 BOM

원가를 산정해야 하는 업무 환경 등으로 인하여 제출 자료의 실질적 확인은 제한되기 때문이다. 이처럼 원가산정 환경은 불비한 반면, 산정 결과에 대한 무한 책임이 부여되는 환경의 영향으로 원가담당자는 업무를 기피하는 등 업무 전문성이 저하 되는 추세이다.

또한, 현재 방위사업청에서 원가업무를 위해 운용중인 국방통합원가시스템의 경우 국방규격 및 BOM, 부품관리 등의 업무를 담당하는 국방표준종합정보시스템과의 DB가 분리되어 있어 비용관리 데이터 및 타 기관과의 정보공유가 제한되고 부품번호가 불일치하여 비용관리 데이터의 통합운영이 제한되는 상황이다.

특히, 무기체계 획득단계별(선행연구 - 탐색개발 - 체계개발 - 양산 및 운영유지) 비용 및 원가산정 결과자료가 재활용되지 못하고 단계별 별도의 비용분석 및 원가산정 절차를 거치다보니 관련 비용이 과다하게 발생하고 일관성이 제한되며 총 수명주기 관점에서의 관리가 미흡한 실정이다[11,13].

따라서 원가담당자가 수작업으로 방대한 업체 원가자료를 확인 및 검토하여 분석하는 현재의 원가산정 방식에서 인공지능 기반의 로봇 프로세서 자동화 프로그램인 RPA를 활용하여 식별된 데이터를 확인 및 분석을 통해 원가를 산정하는 방안에 대한 관련 연구가 필요하다.

이를 위해 본 연구의 범위를 <그림 2>와 같이 원가산정

체계 자동화, 디지털 플랫폼 정부 구현, 인공지능 데이터 기반 과학적 행정 구현을 목표로 하여, 핵심과업으로 RPA 기반 원가산정 시스템으로의 전환, 비용 및 원가관리의 통합운영, 비용분석 및 원가정보 환류체계 구축 등 3가지 방안을 제안하고자 한다. 향후 본 연구가 원가산정 업무의 정확성, 효율성, 신뢰성 향상과 방산원가산정 패러다임 변화를 위한 인공지능(AI) 기술적용에 도움이 되기를 기대한다.

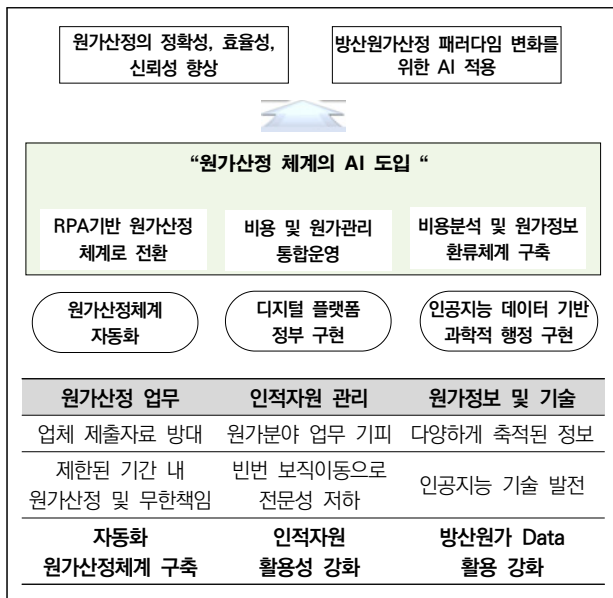
본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 현 원가산정체계의 비효율성을 개선하고 원가담당자 부담경감 등을 위한 최적의 방안으로 AI기술을 활용한 RPA 기반 원가산정체계 구축방안과 데이터 거버넌스 관점에서 비용 및 원가관리를 통합 운영하는 방안, 무기체계 획득단계별 비용 및 원가정보 재활용을 위한 환류체계 구축방안 등에 대한 세부 절차와 시범사업 분석 결과 등을 근거로 타당성을 기술하였다. 3장에서는 원가산정 업무의 연속성, 정확성, 효율성 향상을 위한 패러다임 전환 필요성과 향후 발전방향을 기술하였다.

II. 본 론

2.1 RPA 기반 원가산정 체계 구축

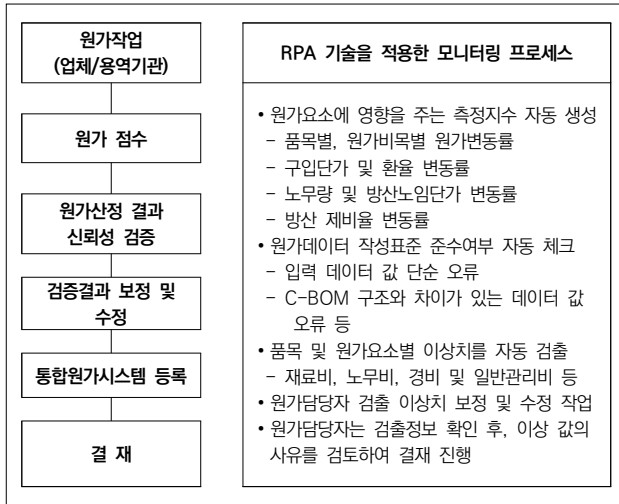
최근 국방 분야에도 4차 산업혁명의 주요기술인 AI, Big Data, IOT 등의 연구가 진행되고 있음을 고려, 방산 원가체계에 적용할 인공지능(AI) 기술 도입방안을 검토해 보았다. 검토결과 업체가 제출한 방대한 원가자료에 대한 타당성 검증과정에서 누락 및 중복집계 발생 등의 정확성 방지 및 단순 반복 업무 효율성 향상을 위해 RPA를 활용하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

RPA란 단순 반복되는 업무를 알고리즘으로 구현하여 데이터 소스의 추출, 가공, 입력을 소프트웨어 로봇이 인간을 대신하여 수행하는 자동화 기술을 말한다. RPA 도입 시 주요 이점은 연중무휴 신속 작업이 가능하고 데이터와 수치정보 입력 행위 자동화로 반복수행 간 발생할 수 있는 휴먼에러 방지가 가능하다. 따라서 현재의 수작업 인력투입 위주 방산원가산정체계개선을 위해 RPA 기반의 자동화 시스템 전환을 제안하고자 한다.



<그림 2> 연구의 범위 및 효과

RPA기반 원가산정 모니터링 프로세스는 <그림 3>과 같이 현재 원가산정 절차와 동일하게 원가작업, 원가접수, 원가산정 결과 신뢰성 검증, 검증결과 보정 및 수정, 통합원가시스템 등록 및 결재 순으로 절차를 진행하되, 원가산정 간 이상치 보정 및 수정을 위해 결과 값을 구할 때 RPA 기술을 적용한 모니터링 프로세스를 적용한다.



<그림 3> RPA 기반 원가산정 모니터링 프로세스

상기 업무절차의 핵심은 자재 명세서(BOM) 정보를 기반으로 RPA 기술을 적용하여 각 원가산정 단계별 측정지수 자동 생성 및 원가데이터 작성표준 준수여부 점검 등이 가능하도록 시스템과 프로세스를 구축하는 것이다. 세부 절차는 품목별, 원가비목별 원가변동률과 방산 제비율 변동률 등 원가요소에 영향을 주는 측정지수를 자동 생성한 후 입력데이터 값의 단순 오류 등에 대한 원가자료 작성표준 준수여부 자동점검, 재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 등 품목 및 원가요소별 이상치 자동검출을 거쳐 원가담당자가 검출된 이상치를 보정 및 수정하고 검출된 정보 확인을 통한 변동 사유를 최종 검토하는 절차를 거쳐 결재가 진행되도록 해야 한다.

이를 통해 원가자료의 추출, 가공, 입력 등 단순 반복 업무를 알고리즘으로 구현함으로써 업체 제출 원가자료를 방위사업청 원가담당자가 확인하여 원가를 산정하는 현재의 수작업 위주 원가산정체계를 개선시키는 것이다. 세부 실행방안으로 기존 규칙기반의 단순 반복 업무를 알고리즘화

하여 AI기반의 RPA가 OCR 기능 등을 활용하여 자료 검증 및 원가를 분석하고, 원가담당자는 계약의 종류 및 방법, 재료비, 노무비, 경비, 이윤율 등 각 비목별 적용방법 및 이윤산정 방안 등의 판단에 필요한 고부가가치 업무에 집중할 수 있도록 한다면 향후 인적자원 재배치를 통한 조직의 효율적 운영도 가능할 것이다.

다음은 업무유형, 구현 대상, 조직차원 등의 관점에서 RPA 적용 시 고려할 사항에 대하여 살펴보기로 한다.

첫째, 업무유형 측면에서 RPA는 Rule 기반의 표준화된 반복된 업무 수행, 수작업 오류 가능성, 많은 인력과 시간이 필요한 업무처리 등에 적합하며, 설계변경이 잦거나 민첩하고 복잡한 업무처리에는 부적합하다. 따라서 엄격한 관리통제 여부, 타 프로세스와의 관계 활용 가능여부, 발생 빈도 등을 종합 검토하여 적용해야 한다.

둘째, 구현 측면에서 업무별로 상황적 특성이나 기술적인 요구수준 여부에 따라 시간과 비용에 큰 차이가 발생할 수 있고, 기술보다는 해당 업무별 프로세스에 대한 심도 깊은 분석과 이해 여부가 성패를 좌우하게 되므로 빠르고 소규모로 처리하는 간단한 작업에 우선 적용해본 후 단계적으로 확산시켜 나가는 것이 타당하다.

셋째, 조직차원 측면에서 RPA는 단기적으로 현업의 효율성 제고를 위한 지원도구로 활용될 수는 있으나, 중장기적으로는 전략 및 혁신분야 고부가가치 업무 중심으로 확대되어야 하므로 조직의 인적 역량 재설계도 검토할 필요가 있다. 즉, RPA 구축을 통해 현재의 업무처리 방식을 바꾸고 조직의 IT 시스템도 변경시켜야 하므로 주요 이해 당사자를 포함하여 강력한 지배구조가 전제될 필요가 있다. 실제 현업에서 RPA를 활용하여 업무에 적용 가능한 분야로는 데이터 입력 및 이메일 기능, 재무회계, 공급망 관리, 영업 및 마케팅 등 다양한 사업 분야가 존재한다.

실제 원가산정 업무에 RPA 적용분야 선정을 위한 프로세스 분석결과는 <그림 4>에 요약되어 있다. 방산원가 산정 업무는 방산업체 및 방위사업청 원가담당자 업무로 구분되며, '방산업체 업무 프로세스'는 원가산정, 회계처리 기준보고서, 방산 공통원가, 방산 제비율 등 총 60개의 세부업무로 구분되고, '방위사업청 원가담당자 업무 프로세스'는 원가산정 준비, 기준정보 및 원가산정 등 총 77개의 세부업무 등 총 137개 업무로 구분된다.

구분	세부 프로세스(건수)	구분	세부 프로세스(건수)
방산업체 (60건)	원가 산정 (16건)	원가 담당 (77건)	입력원가정보(7)
	원가계산자료 등록(2)		실적원가정보(2)
	원가산정(6)		유관기관조회(1)
	원가확정 및 제출(4)		물가변동관리(3)
	회계처리기준보고서 제출요청 확인(1)		부품관리(1)
	기준정보 작성(3)		요청접수(6)
	회계처리기준보고서 작성/등록(6)		회계처리기준보고서(6)
	회계처리기준보고서 검토/수정(3)		방산공동원가(10)
	회계처리기준보고서 제출(1)		방산제비율(9)
	방산공동원가 제출요청 확인(1)		감손율(4)
	기준정보 작성(5)		산정준비 및 분석(4)
	방산공동원가 작성/등록(5)		재료비 산정(11)
	방산공동원가 검토/수정(3)		노무비 산정(3)
	방산공동원가 제출(1)		경비 산정(5)
	방산제비율 제출요청 확인(1)		반제품(1)
방산제비율 (15건)	사전정보 작성 / 배부율 산정(4)	원가 산정 (28건)	갑지(4)
	방산제비율 산정자료 작성(6)		
	방산제비율 검토/수정(3)		
방산제비율 (15건)	방산제비율 제출(1)		

〈그림 4〉 방산업체 및 방위사업청 원가담당자 업무 프로세스

원가산정 업무에 적용되는 주요 7가지 기술적 특징 및 적용기술 분석결과는 〈그림 5〉와 같다. 먼저, 단순 반복적

기술적 특징	적용대상 업무에 요구되는 특징	적용기술
단순 반복 업무 자동화	• 발생 주기가 일정하며, 단순·반복 업무 대상으로 적용	RPA
고부가가치 노동 집중	• 단순 반복 업무 투입인력 감소, 고 부가가치 업무에 인력집중, 투입인 력 절감효과 기대	
인적 오류 가능성 제거	• 로봇이 업무를 수행함으로써 인적 오류 가능성 제거(반반 발생, 작업 량이 방대하여 많은 인력 투입 업 무에 적합)	
연중 무휴작업	• 로봇을 이용 연중 무휴 작업 (상시 모니터링 및 관리 적합)	
인간 사고력 모방 복잡한 문제 해결	• 인간의 논리적 사고력 모방하여 데 이터 학습 및 처리, 인간 인지능력 으로 해결 불가능한 문제에 대해 학습 모델 기반이상치 검출 및 대 안 제시	AI
학습 예측	• 과거 실적데이터 분석통해 미래에 측, 반복적 보정 통해 예측 정확성 제고로 의사결정 지원	OCR
비정형 데이터의 정형화	• 비정형데이터로부터 정형데이터 추 출, 문서 수기 대사 및 분석 업무 적합	

〈그림 5〉 원가업무 기술적 특징 및 적용기술 분석결과

인 업무자동화, 고부가가치 노동 집중, 인적오류 가능성 제
거, 연중 무휴작업 등은 ‘RPA’ 기술을, 인간의 사고력을
모방하여 복잡한 문제를 해결하거나 학습을 통한 예측이 필
요한 경우에는 ‘AI’기술을, 업체 원가자료 증빙 등 비정형
데이터를 정형화 할 경우에는 ‘OCR(Optical Character
Recognition, 광학문자 인식)’기술을 적용하는 것이 적합
하다.

다음으로 국방통합원가시스템에 각 단위 업무별 RPA
적용을 위한 프로세스 검토결과 〈그림 6〉과 같이 방산업체
는 3개 유형 58개 프로세스, 방위사업청 원가담당자는 13
개 유형 69개 프로세스 관리 등 총 16개 유형 127개 단위
업무를 도출하였다.

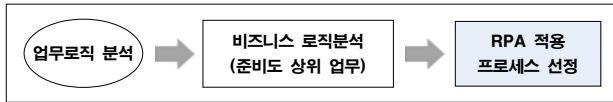
구분	적용유형	건수 (16)	적용 프로세스(127)	적용 기술
방산 업체	데이터 대사	3	54	RPA+ OCR
	정형데이터 추출, 데이터 대사		2	
	주기별 요약정보 제공		2	
	데이터 대사	13	30	RPA +AI +OCR
	데이터 대사, 이상치 검출, 대안제시		3	
	데이터 대사, 이상치 검출		5	
	데이터 대사, 일정 주기별 요약정보 제공		1	
	정형데이터 추출, 데이터 대사		1	
	데이터 집계		4	
	외부데이터 수집/입력		6	
	외부데이터 수집/입력, 정형데이터 추출		1	
	이상치 검출		6	
	이상치 검출, 입력/수정		3	
	주기별 요약정보 제공		1	
	데이터 대사, 입력/수정		7	
청 원가 담당	데이터 대사, 대안 제시, 입력/수정		1	

〈그림 6〉 RPA 적용 프로세스

이를 분석해 본 결과, 방산 업체는 데이터(증빙 등) 대
사, 원가산정 결과 주기별 요약정보 제공 등을 위해
‘RPA+OCR’ 기술 적용이 요구되었고, 방위사업청 원가담
당자는 데이터(증빙 등) 대사 업무 외에 외부 데이터 수집

및 입력, 이상치 검출, 정형데이터 추출 업무 수행 등을 위해 'RPA+AI+OCR' 기술 적용이 요구된다.

이어 RPA 적용 프로세스 평가를 위한 평가지표 마련을 위해 <그림 7>과 같이 방산 업체(5명) 및 방위사업청 원가담당자(5명) 등 5년 이상 원가업무를 수행한 대내·외 전문가 10명을 선정하여 전문가 설문조사를 통해 RPA 적용대상 업무 프로세스들에 대한 정량적 평가기준 수립 및 비즈니스 로직 분석을 실시하였다.



<그림 7> RPA 적용 프로세스

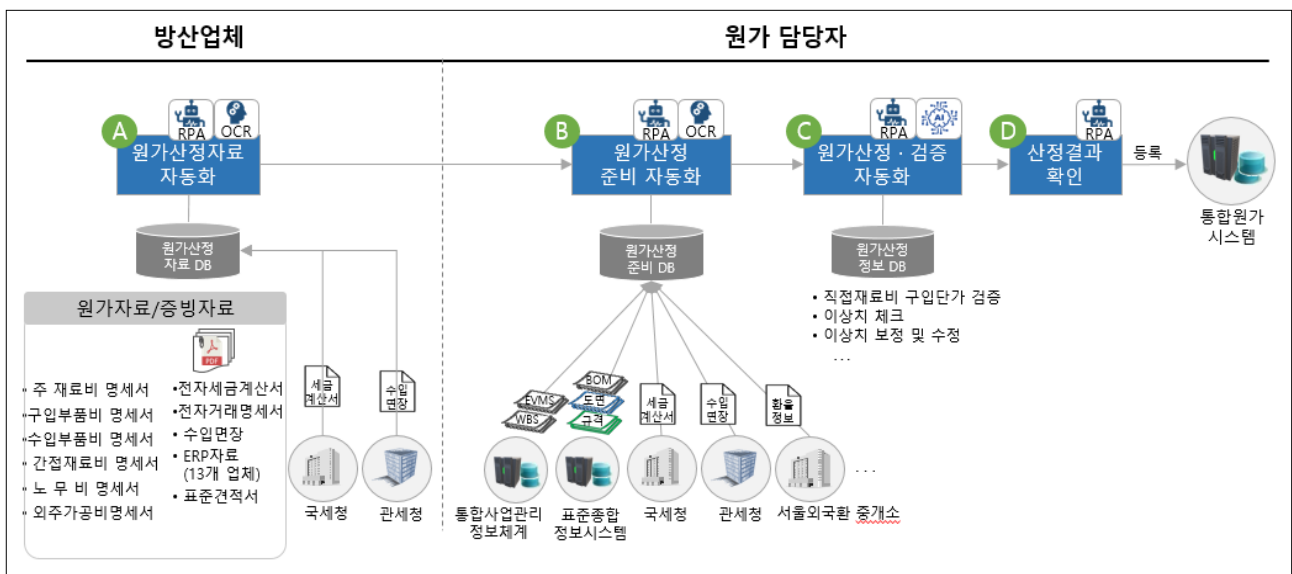
분석결과 <표 1>과 같이 '효과성' 3개 항목[43%, 경영 기여도(16%), 관리 필요성(9%), 생산성 향상(18%)], '적합성' 4개 항목[57%, 협업성(9%), 정형성(18%), 복잡도(18%), 발생주기(12%)] 등 7가지 기준이 설정되었고, 각 지표별 평가방법 정의 결과 효과성에서 생산성 향상(18%) 항목이, 적합성에서는 정형성(18%), 복잡도(18%) 항목 등이 높은 비중을 차지하였다.

RPA 적용 프로세스를 실제 현업에 적용 결과 <그림 8>와 같이 업체가 원가자료를 작성하여 증빙자료와 함께 방

위사업청에 제출하면 방위사업청 원가담당자는 현재의 절차에 자동화 단계를 추가하여 1단계 원가자료 접수, 2단계 원가산정 준비 자동화, 3단계 원가산정 및 검증 자동화, 4단계 산정결과 확인 등의 4단계 절차로 진행한다.

<표 1> RPA 적용 프로세스 평가지표

프로세스 평가	내용	평가 점수							
		비중 (%)	최상	상	중상	중	중하	하	최하
효과성	경영 기여도	16	16	13.5	11	8.5	6	3.5	1
	관리 필요성	9	9	7.5	6	4.5	3	1.5	0
	생산성 향상	18	18	15	12	9	6	3	0
적합성	협업성	9	9	7.5	6	4.5	3	1.5	0
	정형성	18	18	15	12	9	6	3	0
	복잡도	18	18	15	12	9	6	3	0
	발생 주기	12	12	10	8	6	4	2	0

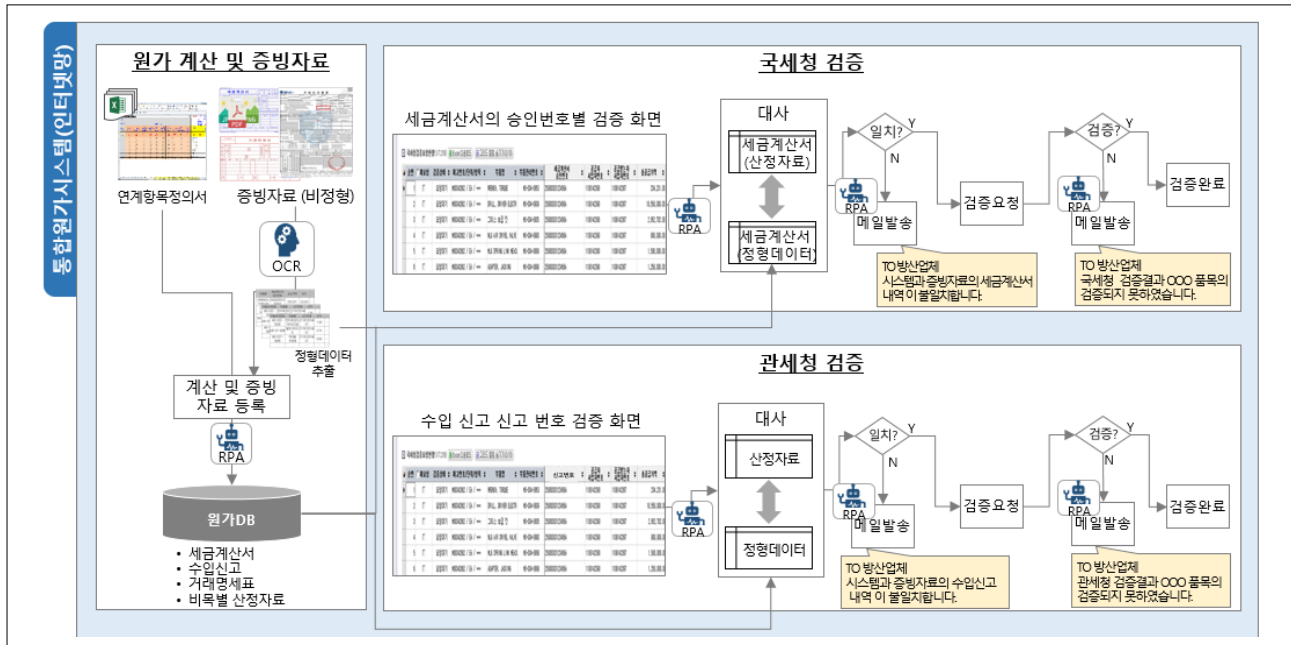


<그림 8> RPA 적용 업무 프로세스

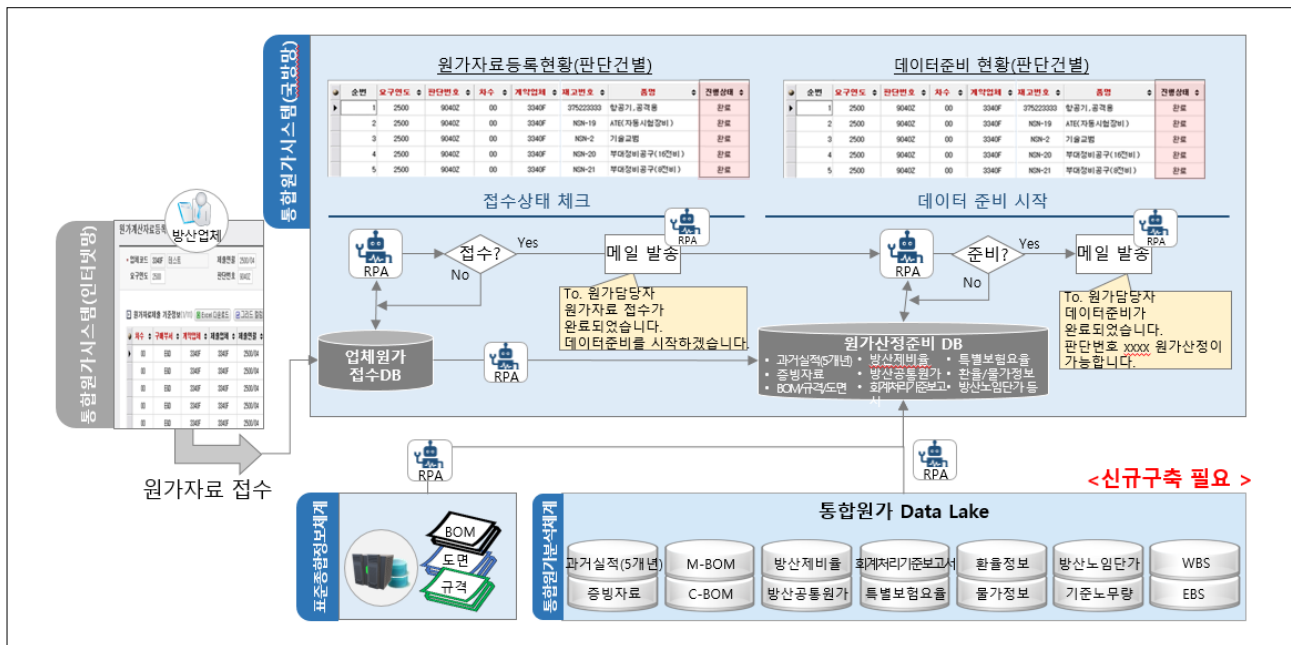
먼저 1단계 ‘원가자료 작성 및 접수 자동화’에서는 <그림 9>와 같이 방산 업체가 원가계산결과와 증빙자료를 시스템에 등록하면 OCR 및 RPA를 적용하여 자료 정형화 및 적재를 수행하고, 방산 업체가 세부정보 검증을 요청하

면 세금계산서 및 수입면장 검증을 위해 국세청·관세청 검증결과를 제공하며, 진행 상태를 방산 업체로 E-mail을 자동 발송할 수 있도록 한다.

2단계 ‘원가산정 준비자동화’에서는 <그림 10>과 같이



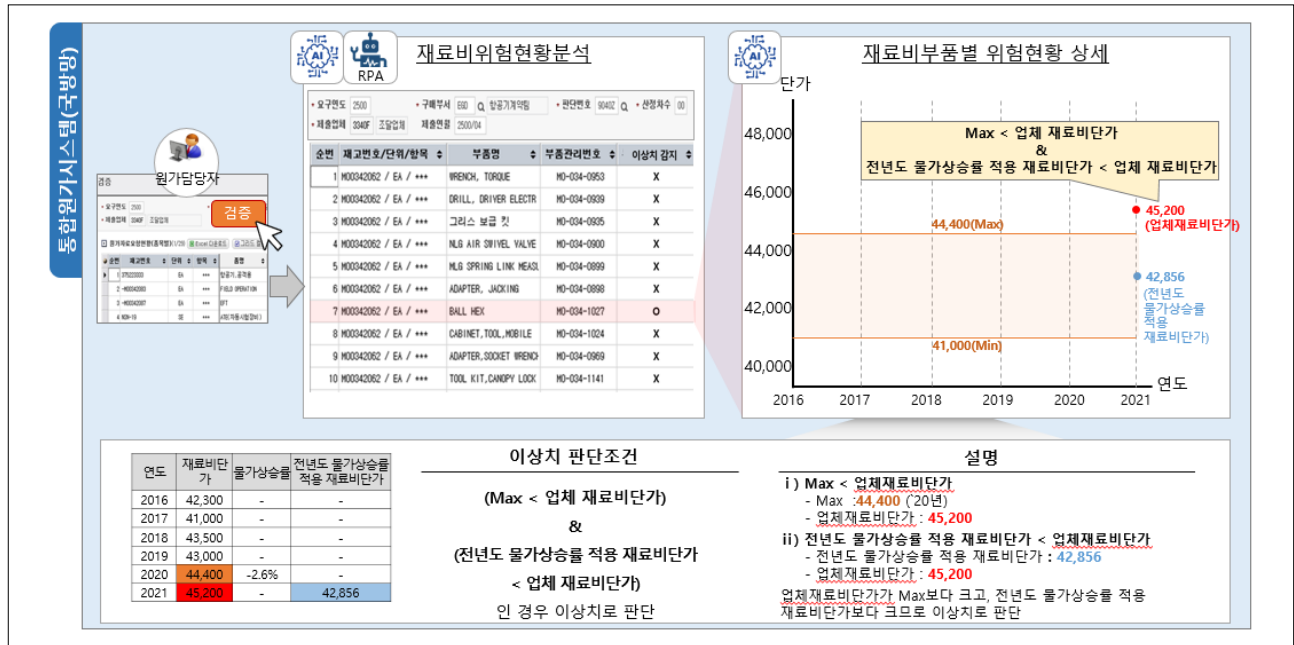
<그림 9> 원가자료 작성 및 접수 자동화(1단계)



<그림 10> 원가산정 준비 자동화(2단계)

방산 업체가 원가자료를 국방통합원가시스템의 인터넷망에 접속하면, 내부 국방망 내 국방통합원가시스템의 RPA가 접속상태를 화면에 자동으로 표시하고, 이어서 원가자료 접속이 완료되면 국방표준종합정보체계와 국방통합원

가시스템의 대량의 데이터를 저장, 처리, 보호하기 위한 중앙 집중식 저장소인 '데이터 레이크(Data Lake)'로부터 원가산정에 필요한 정보를 자동으로 수집하여 원가산정준비를 위한 데이터베이스(DB)에 적재하는 기능을 수행한다.



<그림 11> 원가산정 자동화(3단계)



<그림 12> 원가산정 결과 확인(4단계)

2.2 비용 및 원가관리 통합운영

방위사업청에서 운영하고 있는 주요 3가지 정보화시스템에는 국방규격 및 목록 등의 기준정보를 관리하는 ‘국방표준종합정보시스템’과 방위사업 및 군수품 조달에 관한 자료를 사업단계별로 관리하는 ‘통합사업관리정보체계’, 원가산정 업무를 관리하는 ‘국방통합원가시스템’이 있다. 이때 청 전체의 데이터 거버넌스 관점에서 관리를 위해서는 각 시스템에 구축된 DB정보의 우선순위 부여 및 제도화를 검토할 필요가 있다. 특히 원가산정 업무의 경우 정보의 비대칭으로 인해 방산업체 제출 자료에 의존적일 수밖에 없는 구조이다 보니 방위사업청 각 부서간에 비용관리 데이터 및 타 기관과의 자료공유가 제한되고 국방표준종합정보시스템의 M-BOM ‘부품관리번호’와 국방통합원가시스템의 ‘부품번호’가 불일치하여 비용관리 데이터의 통합적인 운영이 제한되는 상황이다. 따라서 표준종합정보시스템과 통합원가시스템의 부품번호를 국방표준종합정보시스템의 M-BOM의 부품관리번호로 일원화하고 M-BOM을 기반으로 원가산정을 위한 C-BOM이 작성될 수 있도록 데이터 관리체계가 구축되어야 한다. 즉, 비용 및 원가관리 데이터의 통합운영이 가능하도록 현재의 정보화시스템에 대한 개선이 필요하므로 이에 대한 실태 및 개선방안을 알아보도록 한다.

먼저 방산 업체 제출 원가자료 및 외부용역기관 산정결과 신뢰성에 대한 모니터링 기능 강화를 위해 직접재료비 구입단가 적정성을 상시 모니터링 할 수 있도록 관련 체계 구축이 필요한데, 사전원가 산정 시 정보 비대칭성으로 인해 단가 적정성 검토가 제한되므로 이를 보완하기 위해 인공지능(AI)과 Big Data를 활용하여 3차원 모니터링이 가능하도록 설계하는 것이 중요하다. 예를 들면, X축은 해당 방산 업체의 기존 구입실적과 비교하여 변동률을 산정하고, Y축은 타 방산 업체의 구입실적과 비교하여 변동률을 산정하며, Z축은 Big Data를 활용하여 유사 무기체계 품목 구입실적과 비교하여 변동률을 산정하도록 하는 것이다.

현재 국방통합원가시스템 운영 실태를 살펴보면 크게 두 가지 문제점이 존재한다.

첫 번째로, DB분리에 의한 성능저하가 발생하는 문제가 있다. 왜냐하면 원가관리 업무를 담당하는 ‘국방통합원가시스템’과 국방규격 및 BOM, 부품관리 등의 업무를 담당

하는 ‘국방표준종합정보시스템’의 DB가 분리되어 있기 때문이다. 이를 보완하기 위해 DB Link 방식으로 두 체계 간에 연동이 이루어지고는 있지만 국방통합원가시스템에서 BOM, 규격자료 등의 표준정보 조회 시에 국방표준종합정보시스템의 데이터베이스를 참조하는 방식으로 운영되어 성능 상 제약이 발생할 수밖에 없다.

두 번째로는, 상기 체계들의 Key값 항목이 상이하어 상호 Cross 참조가 불가능하다는 점이다. 원가산정 시에는 시스템에서 자동 생성되는 임의의 업체 부품번호를 Key값으로 하여 BOM자료를 생성하고 있으나, 국방표준종합정보시스템에서는 표준화된 부품관리번호를 Key값으로 해당 품목의 정보를 관리하고 있어 상호 Key값이 상이하고 참조도 불가능하다.

이어 비용자료 관리 측면에서 현재의 표준화 운영 실태를 살펴보면 다음 세 가지 문제점이 존재한다.

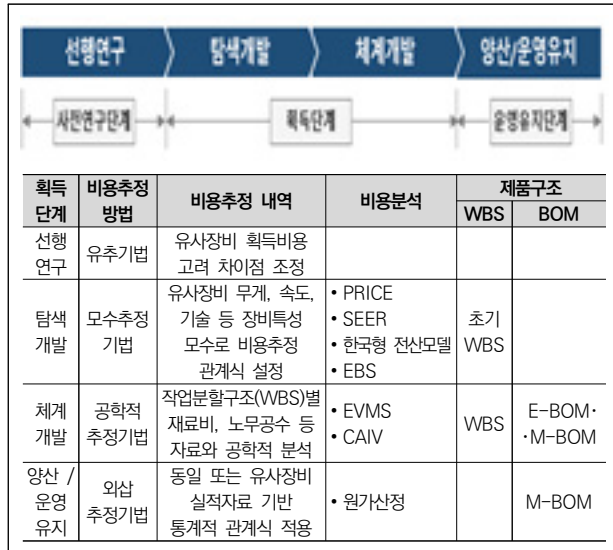
첫째, 원가검증 시 업체가 제출한 자료에 많은 부분을 의존할 수밖에 없다는 점이다. 왜냐하면 방산 업체가 원가자료 제출 시 업체가 자체적으로 부여한 부품번호로 원가자료를 제출하는 경우가 대부분이므로 원가담당자는 국방통합원가시스템에 탑재되어 있는 부품관리번호와의 비교·분석이 제한되고 자료가 방대하여 실제 원가검증 과정에서는 검증이 제한되는 등 애로가 발생한다. 또한, 재료비 구입단가, 노무량, 노무비 단가 등을 업체가 제출한 자료에 의존하고 있으나, 전체 방산 업체(87개) 중 ERP 인증업체는 일부(13개)에 불과하여 주기적 제출 자료인 업체 ERP자료 활용도 제한되는 실정이다.

둘째, 원가정보의 대내외 정보공유 및 활용이 제한된다는 점이다. 원가산정 및 비용분석에 기준이 되는 WBS(Work Breakdown Structure, 작업분할구조)의 표준화가 되어있지 않아 부서별로 필요에 따라 제한적으로 활용할 수밖에 없고, 체계적 관리도 어려워 상호 정보공유가 제한되고 방위사업청 관련 부서와 소요군 등 타 국방관련 기관에서도 국방통합원가시스템의 접근 및 활용에 제한이 있을 수밖에 없다.

셋째, 국방표준종합정보시스템의 M-BOM 정보와 국방통합원가시스템에서 관리중인 부품관리번호가 불일치한다는 점이다. 왜냐하면 국방통합원가시스템의 부품관리번호와 국방표준종합정보시스템의 M-BOM자료는 상호 정보가 일치하지 않는데, 이는 국방통합원가시스템에서 사용하는

부품관리번호는 원가산정을 위한 용도로만 시스템에서 자체 생성되어 활용하고 있기 때문이다.

무기체계 획득단계는 <그림 13>과 같이 선행연구, 탐색개발, 체계개발, 양산 및 운영유지 단계로 구분된다.



<그림 13> 무기체계 획득단계별 비용분석 및 제품구조

각 단계별 비용분석 절차를 살펴보면 ‘선행연구 단계’에서는 유사장비 획득비용을 고려하여 일부 차이점을 조정한 후 비용을 추정하는 ‘유추기법’을 활용하여 개략적으로 사업관리 비용을 추정하고 있다. 또한, 획득방안을 구매사업으로 검토할 경우 기 개발된 제품의 WBS에 근거하여 모수 추정을 하는 경우도 존재한다.

‘탐색개발 단계’에서는 유사장비의 무게, 속도, 기술 등의 장비특성을 모수로 삼아 비용추정관계식을 설정하여 비용을 추정하는 ‘모수추정기법’을 활용하고 있으며, 비용분석 기법에는 PRICE, SEER, 한국형 전산모델, EBS(Estimating Breakdown Structure, 비용분할구조도) 등이 있으며 ‘초기 WBS’ 산출물이 생성된다.

‘체계개발 단계’에서는 WBS별로 재료비, 노무공수 등 실제 투입된 자료와 공학적 분석을 활용하여 비용을 추정하는 ‘공학적 추정기법’을 활용하고 있다. 비용분석 기법에는 과학적 사업관리기법인 EVMS(Earned Value Management System, 성과관리체계), CAIV(Cost As an Independent Variable, 목표비용 관리) 등이 있으며, WBS, E-BOM, M-BOM 등의 산출물이 생성된다.

마지막 ‘양산 및 운영유지 단계’에서는 동일 또는 유사 장비의 실적자료를 기반으로 통계적 관계식을 적용하여 비용을 추정하는 ‘외삽 추정기법’을 활용하고 있다. 비용분석 기법에는 실제 발생한 재료비, 노무비, 경비 등을 기준으로 원가담당자가 원가를 산정하며, 대표적으로 M-BOM 자료가 산출물로 생성된다. 하지만 각 사업단계별로 비용분석 자료, EVMS 자료, 원가산정 자료 등이 유기적으로 연결되거나 통합·관리되지 못하고 있어 업무 수행 시 상호 참조 및 활용이 불가능한 실정이다.

수명주기 관점에서 비용관리 실태를 살펴보기로 한다. 먼저 연구개발단계에서는 수명주기비용의 80~90%가 결정되고 있으나, 방위사업 비용관리는 인력 및 예산 측면에서 양산 및 운영유지 단계에 집중하는 경향이 있어 수명주기 관점에서 비용분석 원가부서 간에 관리방법 및 범위의 차이에 따른 비용 및 원가정보의 연계와 재활용이 미흡하다. 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해 비용관리의 시작을 기존의 ‘양산 및 운영유지단계’에서 최초 ‘연구개발 단계(개념연구 - 탐색개발 - 체계개발)’로 전환할 필요가 있으며, 체계를 비용분석, 사업관리, 원가산정으로 구분하여 관리하도록 해야 한다.

이를 위해서는 먼저 ‘비용분석’ 단계에서 WBS별로 비용을 관리하고, 국방과학연구소 연구개발 진행 간에 비용정보의 양산단계 연계방안을 강구하도록 해야 한다. 또한, ‘사업관리’ 단계에서는 WBS별로 관리하되, EVMS 및 CAIV가 양산비용에 반영될 수 있도록 규정화가 필요하며, ‘원가산정’ 단계에서는 WBS별로 원가를 산정한 후 계약품목별 집계가 가능하도록 해야 한다. 즉, 수명주기별로 비용분석, 사업관리, 원가산정 자료 등이 WBS별로 관리되도록 하고, 비용분석, 원가, 사업관리 부서 간에 산출된 비용 및 원가자료 등의 정보가 상호 연계 및 재활용되도록 현재의 관리체계 보완이 필요하다. 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해 현재의 WBS와 BOM자료의 생성 및 운영 실태를 분석해 보았다.

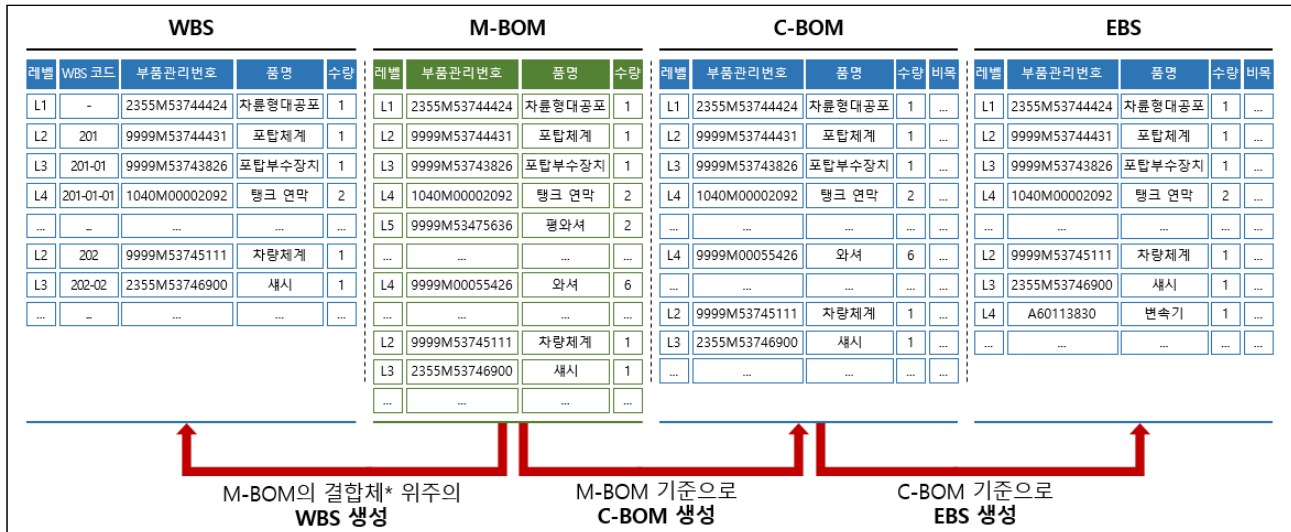
분석결과 ‘선행연구 단계’에서는 WBS나 BOM자료가 생성되지는 않으나, ‘탐색개발 단계’에서는 방위사업청 사업부서인 통합사업관리팀(IPT : Integrated Project Team)에 의해 ‘개략 WBS’가 생성되어, 체계개발 시 비용분석 자료로 활용되고 있었다.

‘체계개발 단계’에서는 방위사업청 사업부서인 통합사업

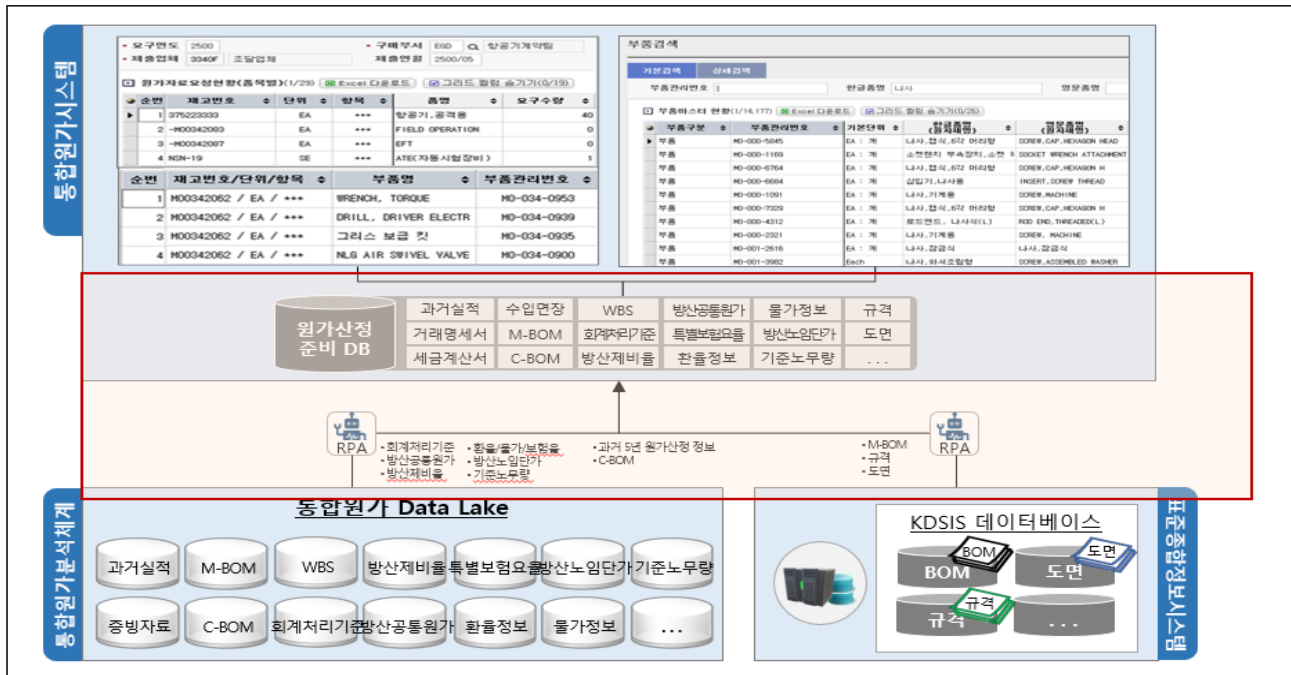
관리팀(IPT)과 국방규격 및 표준화 업무 등을 수행하고 있는 ‘표준기획과’에 의해 WBS 및 BOM자료가 생성되고 있으며, 이중 BOM자료는 체계개발 종료시점에 M-BOM(목록/ 규격화) 자료로 변환된다.

‘양산 및 운영유지단계’에서는 방위사업청 사업부서(IPT), 표준기획과, 원가관리과 등에서 WBS 및 BOM자료

를 바탕으로 국방표준종합정보시스템 등에서 활용 및 관리되고 있었다. 다만, 업체가 제출한 원가자료는 업체부품번호를 Key값으로 하는 BOM 자료이므로 업체 부품번호로 분리된 현재 체계를 WBS와 BOM, C-BOM, EBS 자료 등이 통합되어 운영될 수 있도록 시스템 및 절차 개선이 요구되었다.



〈그림 14〉 WBS와 BOM, EBS자료 통합운영 방안



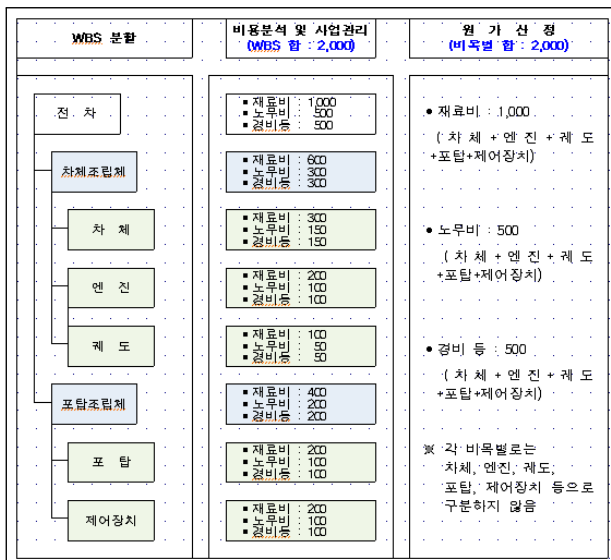
〈그림 15〉 원가산정 및 검증자료의 일괄 생성

이에 본 논문에서는 다음 두 가지 절차를 개선방안으로 제안하고자 한다. 먼저, WBS, BOM 및 EBS자료를 통합하여 운영할 수 있도록 <그림 14>와 같이 체계개발 종료 시 M-BOM의 결합체 위주로 WBS가 생성되도록 하고, 계약 체결 시에는 업체와 협의를 통해 M-BOM을 기준으로 C-BOM을 생성하도록 하며, C-BOM을 기준으로 EBS를 생성하게 함으로써 WBS, M-BOM, C-BOM, EBS자료 등이 통합·운영하여 관리하는 것이다.

또한, RPA를 활용하여 원가산정 및 검증자료가 일괄 생성되도록 시스템 구축 및 절차를 개선해야 한다. 왜냐하면, 원가담당자는 원가산정 시 업체가 제출한 자료에 의존할 수밖에 없고, 시스템에서 자체 생성된 부품관리번호와 국방통합원가시스템의 M-BOM 자료와 상호 정보가 상이하여 활용에 제한이 있기 때문이다. 따라서 <그림 15>와 같이 원가산정 및 검증에 필요한 정보들을 ‘원가산정 준비 자동화’ 단계에서 RPA를 활용, 부품관리번호, 도면번호, 규격번호 등을 일괄적으로 자동 생성하게 하고 타 시스템 정보를 참조하지 않아도 정보검색 및 계산업무를 최소화할 수 있게 하는 것이 중요하다.

2.3 비용분석 및 원가정보 환류체계 구축

무기체계 획득단계별로 비용 및 원가자료 등을 주기적

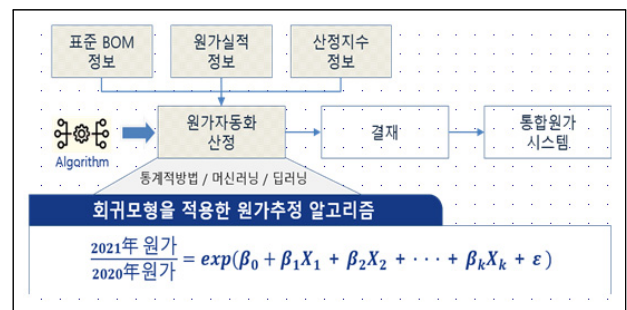


〈그림 16〉 비용관리 부서간 관리방법 비교

으로 수집 및 저장하여 사업 및 비용분석 자료와 원가산정 결과 등을 재활용할 수 있도록 ‘비용분석 및 원가정보 환류체계’ 구축이 요구된다.

이를 구현하기 위해 <그림 16>과 같이 원가자료와 사업 Tree구조가 연계되도록 주 체계, 부 체계, 주요 구성품 등 트리(Tree) 구조로 되어있는 현재의 WBS(Work Breakdown Structure, 작업분할구조) 구조를 원가산정 방식인 BOM 구조로의 전환이 필요하다.

이를 위해 제도적 측면에서 현재의 비용분석 및 사업관리 부서의 WBS 관리 프레임은 유지하되, 원가부서의 비용 프레임은 변경하여 전 사업단계에서 일관성을 갖게 하는 것이 중요하다. 또한, 현재의 원가산정 패러다임을 원가산정 외에 비용정보까지 분석할 수 있도록 절차를 개선하고, 인공지능 기술을 적용, 비용분석 및 통합 데이터 관리까지 수행도록 하는 것이다. 즉, 원가자료와 빅 데이터(Big data)를 통해 사업관리 단계별로 획득한 정보와 원가산정 결과를 활용하여 WBS별로 비용분석을 할 수 있게 되면, <그림 17>과 같이 표준 BOM정보, 원가실적 정보, 산정지수 정보를 취합하여 인공지능(AI) 기술(통계작성법, 머신러닝, 딥러닝 등)에 회귀모형을 적용한 원가추정 알고리즘을 구현 및 자동화를 통해 원가를 산정하고 결재처리 과정을 거친 후 국방통합원가시스템에 관련 자료가 계속 축적되게 하는 것이다.

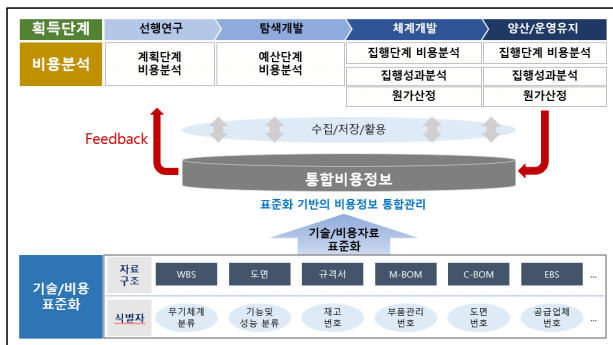


〈그림 17〉 환류정보 기반 원가 및 비용 추정체계 고도화

이를 구현하기 위해 <그림 18>과 같이 WBS, 도면, 규격서, M-BOM, C-BOM, EBS 등의 자료구조를 식별하여 기술 및 비용자료를 표준화한 후 이를 통합하여 관리할 수 있도록 선행연구, 탐색개발, 체계개발, 양산 및 운영유지 단계 등 무기체계 획득단계별로 산출되는 비용분석 및 원

가산정 결과 등을 주기적으로 수집, 저장 관리하여 향후 유사 무기체계 소요제기 시 사업, 비용분석, 원가산정 정보 등을 재활용할 수 있도록 하는 ‘비용분석 및 원가정보 환류체계 구축’ 방안을 제안하고자 한다.

먼저, 비용분석자료와 원가산정 결과 등이 유기적으로 순환하는 시스템 구현 및 분석을 위해 시범사업을 선정하여 비용분석 및 원가산정 자료를 WBS 기준으로 매핑이 가능한지 검토하고, 이를 비용관리 모델의 알고리즘 고도화에 재활용 가능한지 분석하여 최종 환류체계 구축방향을 설정하는 것이 중요하다.



〈그림 18〉 비용분석 환류체계

상기 절차의 실제 시스템 적용 및 타당성 분석을 위해 사전에 비용관리 및 원가산정 현황을 파악한 후 다음 4단계 절차로 연구를 진행하였다.

먼저, 1단계에서는 비용분석, EVMS, 양산원가 산정 등을 실시한 무기체계를 식별하고, 2단계에서는 비용분석과 양산원가 산정결과의 편차가 심한 무기체계 2개를 선정하여 그 원인을 분석하였다. 3단계에서는 해당 무기체계의 WBS에 원가산정자료를 매핑하고, 마지막 4단계에서는 국내 및 수입재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 및 이윤으로 산정된 결과를 분석하였다. 〈그림 19〉는 상기 절차에 따라 업체, 비용분석, 사업관리, 원가부서 등에서 관리하는 방법을 비교한 내용이다.

비교분석결과 해당 무기체계의 WBS를 근거로 비용분석 및 사업관리 부서에서는 EBS 비목별 집계를 통해 공학적 추정을 실시하였고, 원가부서에서는 비목별 집계를 통해 결과를 산출해본 결과, 원칙적으로는 동일한 결과 값이 도출되어야 하나, 실제로는 일부 차이가 발생하였다. 이는 원가산정 시점의 단가 및 제비용 등의 편차가 있을 수 있고, 비용분석의 경우 실적자료가 없어 추정이 불가피하므로 비용 변동 폭이 더 컸던 것으로 추측된다.

WBS	비용분석 및 사업관리			원가산정		
	재료비	노무비	경비 등	재료비	노무비	경비
전자	1,000	500	500			
자체조립체	600	300	300			
자체	300	150	150			
엔진	200	100	100			
케도	100	50	50			
포탑조립체	400	200	200			
포탑	200	100	100			
제어장치	200	100	100			
				1,000	500	500

구분	비용분석/사업관리	원가산정
산정방법 (공학적 추정)	EBS 비목별 집계	비목별로만 집계
금액	2,000	2,000

〈그림 19〉 비용관리 부서간 관리방법 비교

비용자료 분석 접근방법은 앞에서 제안한 〈그림 8〉의 절차와 같이 체계개발 종료 시 M-BOM의 결합체 위주로 WBS를 생성하고, 계약체결 시 계약업체와 협의하여 M-BOM을 기준으로 C-BOM을 생성하고, C-BOM을 기준으로 EBS를 생성하게 함으로써 WBS, M-BOM, C-BOM, EBS 자료의 통합운영이 가능하였다.

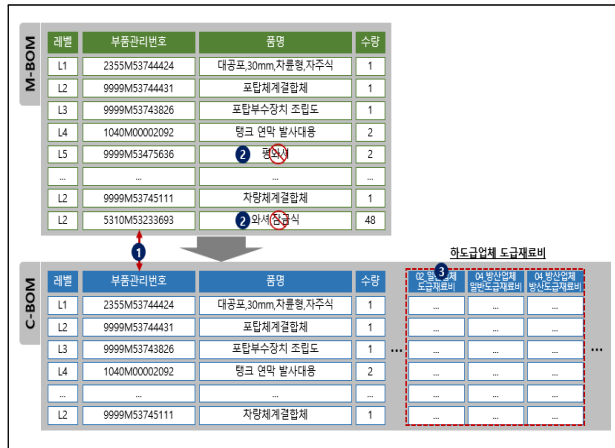
비용자료 생성기준의 경우 〈그림 20〉과 같이 M-BOM 자료 기준으로 WBS를 생성하였는데 WBS는 M-BOM을 기준으로 주요 구성품 중심의 결합체와 주요 핵심부품 위주의 레벨까지 작성되며, 각 구성품별로 WBS코드를 부여하고, M-BOM의 부품관리번호를 참조하도록 설계한다.

M-BOM	레벨	부품관리번호	품명	수량
	레벨	부품관리번호	품명	수량
	L1	2355M53744424	대공포,30mm,차륜형,자주식	1
	L2	9999M53744431	포탑체계결합체	1
	L3	9999M53743826	포탑부수장치 조립도	1
	L4	1040M00002092	탱크 연막 발사대용	2
	L5	9999M53475636	평와서	2
	...	...	...	...
	L2	9999M53745111	차량체계결합체	1
	L2	5310M53233693	와셔(장구식)	48

WBS	레벨	WBS 코드	부품관리번호	품명	수량
	레벨	WBS 코드	부품관리번호	품명	수량
	L1	-	2355M53744424	대공포,30mm,차륜형,자주식	1
	L2	201	9999M53744431	포탑체계결합체	1
	L3	201-01	9999M53743826	포탑부수장치 조립도	1
	L4	201-01-01	1040M00002092	탱크 연막 발사대용	2
	...	...	...	...	...
	L2	202	9999M53745111	차량체계결합체	1

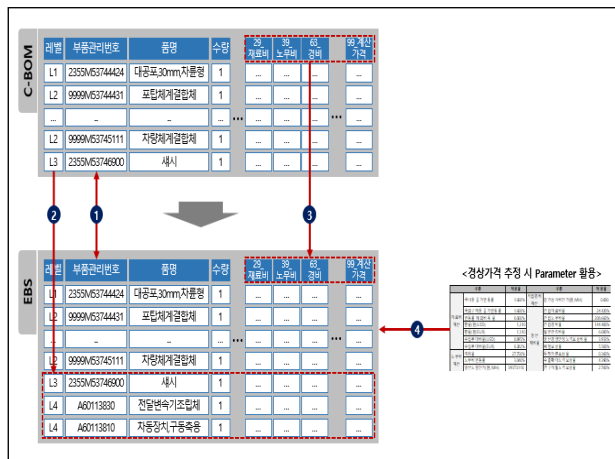
〈그림 20〉 M-BOM 기준 WBS 자료구조 생성

이어 M-BOM자료를 기준으로 C-BOM을 생성하는 절차는 <그림 21>과 같이 M-BOM의 부품관리번호를 Key값으로 설정하여, 원가발생 단위 최하위 레벨까지 C-BOM을 구성, 주계약업체 원가자료와 연계 가능하도록 C-BOM의 하도급업체 도급재료비를 구분하게 한다.



〈그림 21〉 M-BOM 기준 C-BOM 자료구조 생성

다음은 C-BOM을 기준으로 EBS를 생성하는 절차인데 <그림 22>와 같이 부품관리번호를 Key값으로 설정하여 비용분석서 작성지침에 따라 3레벨 이상으로 EBS 자료구조를 구성하며, C-BOM과 EBS의 원가 비목별 코드를 일치시켜 물가, 환율, 제비율, 공통원가 등을 매개변수로 활용하면 경사가격 추정이 가능할 것으로 판단된다.



〈그림 22〉 C-BOM 기준 EBS 자료구조 생성

상기 절차를 근거로 '○○○○○○○사업'에 WBS, M-BOM, C-BOM, EBS 구조를 비교하여 분석하였다. 분석결과 <표 2>와 같이 C-BOM은 771개 품목, 주요 핵심 부품이 나타나는 5레벨까지 구성된 WBS는 85개 품목, 「비용분석서 작성지침」에 따라 3레벨 이상(5레벨)으로 구성된 EBS는 69개 품목이 식별되었다.

〈표 2〉 기술 및 비용자료 비교

구분	구성 품목수(개)				비고
	WBS	M-BOM	C-BOM	EBS	
1레벨	1	1	1	1	WBS, EBS에서 와서, 볼트 등 제외
2레벨	6	10	9	6	
3레벨	15	153	53	10	구입품 중 주요 기능품 이외 품목은 제외
4레벨	56	590	199	38	
5레벨	7	2,589	355	14	
6레벨	-	2,932	138	-	
7레벨	-	4,379	16	-	
8레벨	-	4,059	-	-	
9레벨	-	790	-	-	
10레벨	-	45	-	-	
11레벨	-	10	-	-	
계	85	15,558	771	69	

먼저 1단계로 M-BOM과 WBS의 자료구조 분석결과, <표 3>과 같이 M-BOM과 WBS는 각각 15,558개, 85개 품목으로 구성되며, WBS는 M-BOM을 기준으로 핵심부품이 나타나는 5레벨까지만 작성되었다. 이때 WBS는

〈표 3〉 M-BOM과 C-BOM 자료구조 분석결과

구분	품목 수 단순비교			M-BOM only	WBS only
	M-BOM (A)	WBS (B)	차이 (A)-(B)		
1레벨	1	1	-	-	-
2레벨	10	6	4	4	-
3레벨	153	15	138	138	-
4레벨	590	56	534	534	-
5레벨	2,589	7	2,582	2,582	-
6~11레벨	12,215	-	12,215	12,215	-
계	15,558	85	15,473	15,473	0

M-BOM을 기반으로 설계되었기 때문에 WBS에만 있는 품목은 없었으며, WBS는 주요 핵심부품이 나타나는 레벨까지 결합체 위주로 구성되어 1~5레벨의 85개 품목으로 구성됨을 알 수 있다.

이어 2단계로 M-BOM과 C-BOM 자료구조 분석결과 <표 4>와 같이 M-BOM과 C-BOM은 각각 15,558개, 771개 품목으로 구성되며, M-BOM에는 없으나 C-BOM에만 있는 품목이 일부 식별되었다. 2레벨 구간에서 M-BOM에는 있으나 실제 원가산정 시 미 산정된 품목이 3개 존재하였으며, C-BOM의 경우 M-BOM과 비교했을 때 C-BOM에만 있는 품목도 2개가 식별되었다.

<표 4> M-BOM과 C-BOM 자료구조 분석결과

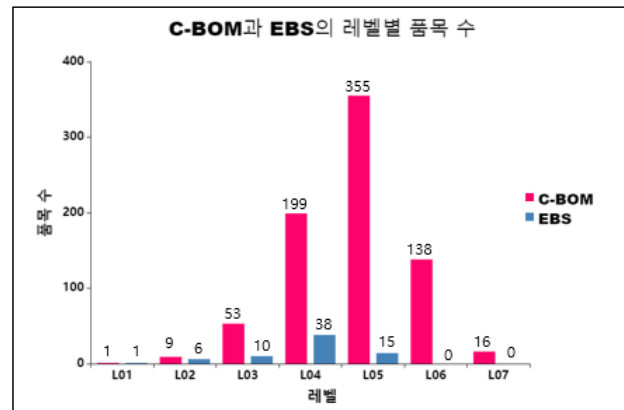
구분	품목 수 단순비교			M-BOM only	C-BOM only
	M-BOM (A)	C-BOM (B)	차이 (A)-(B)		
1레벨	1	1	-	-	-
2레벨	10	9	1	3	2
3레벨	153	53	100	100	-
4레벨	590	199	391	395	-
5레벨	2,589	355	2,234	2,234	-
6레벨	2,932	138	2,794	2,794	-
7레벨	4,379	16	4,363	4,363	-
8~11레벨	4,904	-	4,904	4,904	-
계	15,558	771	14,787	14,793	2

<표 5> C-BOM과 EBS 자료구조 분석결과

구분	C-BOM (A)	EBS (B)	차이 (A)-(B)	C-BOM only	EBS only
1레벨	1	1	-	-	-
2레벨	9	6	3	3	-
3레벨	53	10	43	181	4
4레벨	199	38	161	355	20
5레벨	355	14	341	138	14
6레벨	138	-	138	16	-
7레벨	16	-	16	47	-
8레벨	-	-	-	-	-
9레벨	-	-	-	-	-
10레벨	-	-	-	-	-
11레벨	-	-	-	-	-
계	771	69	702	740	38

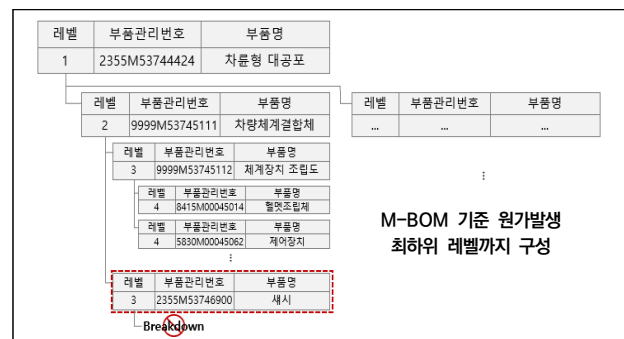
다음 3단계로 C-BOM과 EBS 자료구조 분석 결과 <표 5>와 같이 C-BOM과 EBS는 각각 771개, 69개 품목이 식별되었다. EBS는 비용추정 목적 상 C-BOM에는 없는 3~5레벨 구간에서 38개 품목이 식별되었다.

상기 데이터를 바탕으로 C-BOM과 EBS의 레벨별 품목 수는 <그림 23>과 같다. 비교결과 C-BOM과 EBS의 품목 수 차이는 5레벨, 4레벨, 6레벨 순으로 높았고, 나머지 1~3레벨에서는 상대적으로 낮았다.



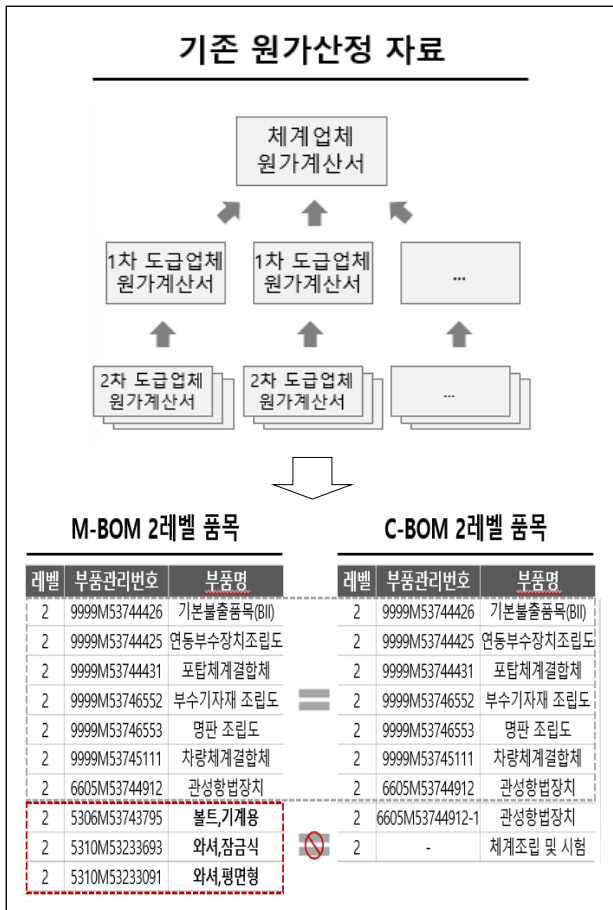
<그림 23> C-BOM과 EBS의 레벨별 품목 수

이는 <그림 24>와 같이 M-BOM 2레벨의 차량체계결합체의 경우 3레벨의 체계장치조립도와 새시로 구성되어 있었고, 체계장치조립도는 하위레벨로 분류되어 있으나 새시는 그렇지 못한 상태였기 때문이다. 따라서 M-BOM 자료구조가 불완전한 경우 이를 기반으로 하는 WBS, C-BOM, EBS 자료구조 모두 불완전해질 수밖에 없으므로 양산사업 무기체계의 M-BOM에 대한 온전한 Tree 구조를 이를 수 있도록 보완할 필요가 있다.



<그림 24> 불완전한 M-BOM 구조 사례

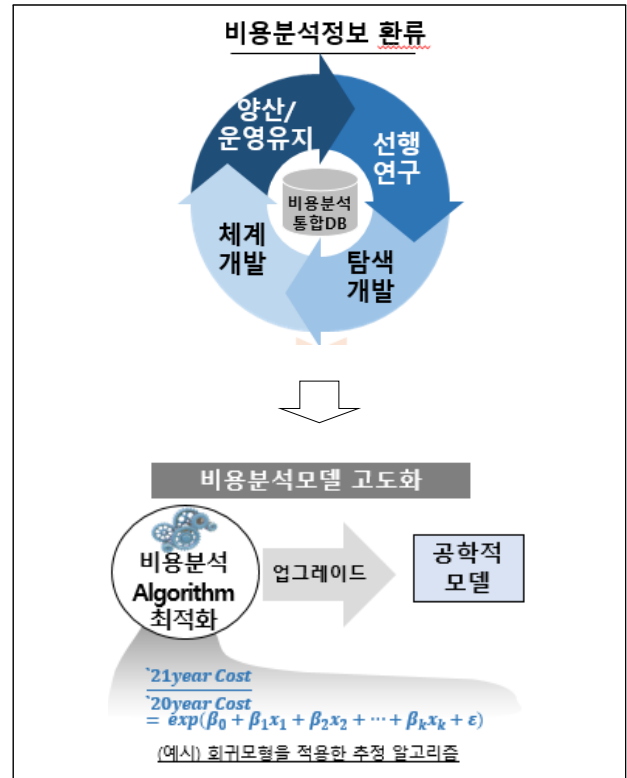
또한, M-BOM자료와 C-BOM자료의 매핑이 불가능하게 되는 경우가 발생할 수 있다. 왜냐하면, C-BOM의 관리목적 상 하위레벨로의 분류 필요성이 적은 품목이 M-BOM에는 하위레벨로 분류되어 있는 경우가 존재하는데, 이는 M-BOM과 C-BOM간에 구조의 차이를 발생시키는 주요한 원인이 될 수 있다. 예를 들면, <그림 25>와 같이 M-BOM에서는 2레벨로 구성되어 있었으나, C-BOM에서는 원가산정 기준(레벨) 불일치로 일부 내용을 제외하고 원가를 산정할 수 있으므로 M-BOM과 C-BOM간에 불일치 현상이 발생할 수 있다는 점이다.



<그림 25> M-BOM과 C-BOM 구조

따라서 무기체계 획득 연구개발(선행연구 ~ 체계개발)단계에서는 생성된 WBS와 BOM정보를 기반으로 양산 및 운영유지 단계까지 원가정보가 생성되므로, <그림 26>과 같이 무기체계 획득단계별 누적된 비용분석정보를 필요에

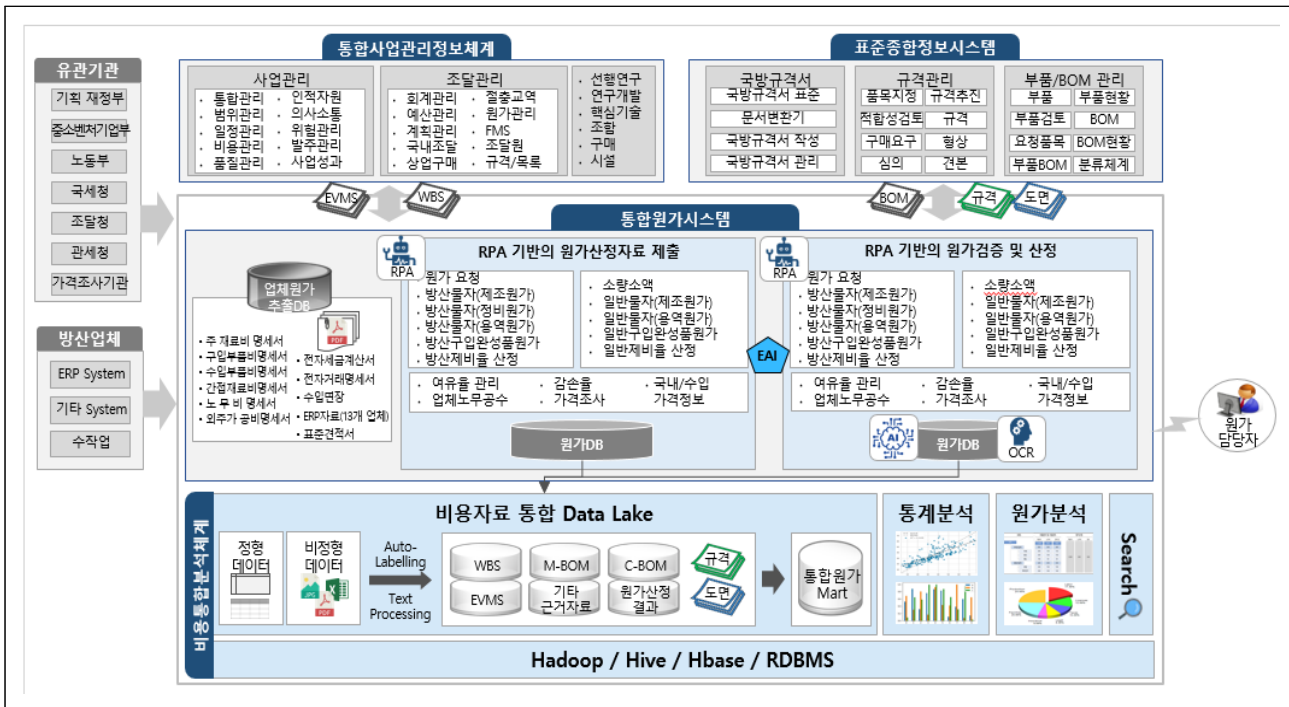
따라 빠르게 분석하여 활용할 수 있도록 비용분석 및 원가 정보 환류체계 고도화가 필요하다. 즉, 비용분석 알고리즘을 최적화하여 필요한 정보를 빠르게 찾아 지원 및 활용할 수 있도록 비용분석 데이터오프스(Data Ops⁸⁾)가 가능한 환류체계를 구축하는 것이다.



<그림 26> 비용분석 및 원가정보 환류체계 고도화

상기 3가지 제안내용을 종합해보면, 인공지능(AI)을 적용한 RPA 기반의 방산원가산정체계 개선의 의미는 <그림 27>과 같이 대·내외 체계와 연동하여 원가정보를 통합운영하고, RPA, OCR, AI 기술을 적용하여 방산 업체의 원가자료 생성과 제출, 방위사업청 원가담당자의 원가산정 업무 자동화, Big Data를 활용한 비용 및 원가자료 통합 '데이터 레이크(Data Lake)' 구축 등을 통해 무기체계 획득단계별 식별된 비용분석 및 원가정보를 지속적으로 활용할 수 있는 환류체계를 단계적으로 구축하는 것이 핵심이라 할 수 있다.

8) 데이터 오프스(Data Ops) : 조직 전체 데이터 관리자와 사용자간 데이터 흐름을 통합하고, 자동화하여 데이터 활용을 개선하고 지원하는 역할 및 활동



〈그림 27〉 비용자료 통합 개념도

2.4 종합분석

본 연구에서는 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 기존 수작업 위주 방산원가 산정체계 패러다임 전환을 위해 인공지능(AI) 기술 적용이 필요하다고 판단하여 시스템 개선을 위한 구현방안 3가지를 제안하였다. 이는 로봇 소프트웨어 프로그램인 RPA를 활용한 원가산정 및 검증절차 자동화와 무기체계 획득단계별 비용 및 원가관리 통합운영, 무기체계 소요제기 시 기존 비용분석 및 원가산정 정보 재활용을 위한 비용분석 및 원가정보 환류체계 구축 등이다.

첫 번째, AI기술을 활용한 RPA기반의 방산원가산정체계의 구축이다. 이는 로봇 자동화 소프트웨어인 RPA를 활용, 기존 원가산정 절차를 알고리즘으로 자동화함으로써 정확성 방지로 품질을 개선하고 원가산정 업무의 정확성 및 신뢰도 제고, 원가산정 기간 단축, 일괄용역에서 원가산정 요소별 핀셋 용역으로 업무를 개선할 것으로 기대된다.

두 번째, 비용 및 원가관리의 통합운영이다. 이는 원가업무를 관리하는 국방통합원가시스템과 국방표준 및 규격화 등을 관리하는 국방표준중합정보시스템간의 정보 연계성 강화를 통해 가능할 수 있다. 따라서 시스템 구현을 위

해서는 국방표준중합정보시스템의 M-BOM 목록 중 ‘부품관리번호’를 Key값으로 활용하여 C-BOM을 작성하는 BOM 자료를 기반으로 하는 자동화체계 구축이 선행되어야 한다. 즉, 체계개발 종료 시에 만들어지는 M-BOM의 결합체 위주로 WBS가 생성하고, 계약체결 시에는 M-BOM을 기준으로 C-BOM을 생성하며, C-BOM을 기준으로 EBS를 생성하게 함으로써 WBS, M-BOM, C-BOM, EBS자료 등이 통합·운영하여 관리되도록 하는 것이다. 특히, 원가산정 준비 자동화’ 단계에서 RPA를 활용하여 부품관리번호, 도면번호, 규격번호 등을 일괄적으로 자동 생성하고 타 시스템 정보를 참조하지 않아도 정보검색 및 계산업무를 최소화할 수 있게 하는 것이 중요하다.

세 번째, 비용분석 및 원가정보 환류체계의 구축이다. 이는 무기체계 획득단계 전 순기에 걸쳐 발생하는 비용 및 원가정보를 관련 기관들과 실시간 공유를 통해 투명성을 제고하고, 비용분석 및 예산편성 업무의 정확성 제고를 도모하기 위함이다.

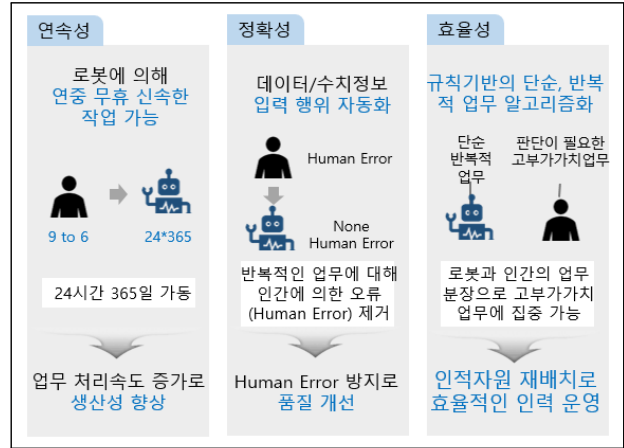
III. 결 론

지금 우리는 디지털 혁명에 기반하여 현실 속 물리적 공간과 가상의 디지털 공간 및 생물학적 공간들의 경계가 희석되는 기술융합의 4차 산업혁명 시대를 맞이하였다. 이러한 산업사회변화에 맞춰 국방 분야에서도 초연결·초융합 기반환경 구축과 국방 무기체계에 빅데이터(Big Data), 인공지능(AI), 사물인터넷(IOT) 기술 등을 적용하기 위한 다양한 연구가 진행 중임을 인식하였다.

이에 방위력개선사업 중 현재의 수작업 중심의 방산원가 산정체계에 인공지능(AI) 기술을 적용, 원가산정 업무의 연속성, 정확성, 효율성 향상을 위한 시스템 개선방안을 제안하였다.

먼저 'RPA기반 원가산정 체계 구축'을 위해 인공지능(AI) 기술 중 로봇 자동화 소프트웨어인 RPA를 적용하기 위한 대상 선정 및 분석, 방향설정 및 설계 등을 통한 방산원가 산정체계의 전환이다. 하지만 관련 주요 시스템 간 자료연동을 위해서는 BOM자료의 표준화와 기존 자료 정비작업이 선행되어야 하며, AI 도입을 통해 획득되거나 표준화된 정비 자료 등은 정부의 공공 데이터개방정책에 따라 관련 이해 당사자들에게 제공할 수 있는 관련 법령 및 제도가 갖춰질 필요가 있다. 또한, 주요 운용체계 간에 정보 연계 강화를 통한 비용 및 원가관리 통합운영 체계 구축과 무기체계 획득단계별 식별된 비용 및 원가정보를 실시간 공유 및 활용할 수 있는 비용분석 및 원가정보 환류체계를 구축하여 시스템을 개선하는 것이 중요하다. 하지만 이를 위해서는 축적된 국방통합원가시스템 자료 활용이 가능해야 하므로 데이터 레이크(Data Lake)를 통해 데이터를 추적, 저장, 활용할 수 있도록 시스템 개선이 필요하다. 이를 통해 현재의 국방통합원가시스템 개선과 방산원가 산정체계 패러다임이 전환될 경우 <그림 23>과 같이 원가산정 업무의 연속성, 정확성, 효율성이 대폭 향상될 수 있을 것이다. 먼저 연속성 관점에서는 로봇에 의해 연중무휴 신속한 작업이 가능하여 업무처리 속도 증가로 생산성 향상이 기대된다. 정확성 관점에서는 데이터와 수치정보 입력행위 자동화를 통해 반복 업무에 대한 정확성 방지로 품질 개선이 가능해진다. 마지막 효율성 관점에서 규칙기반 단순 반복 업무를 RPA와 원가담당자의 업무 분할과 인력

재배치를 통해 고부가가치 업무에 집중할 경우 효율적 인력운용이 가능하다.



〈그림 28〉 AI를 적용한 방산원가산정체계 개선 기대효과

향후 본 연구결과를 활용하여 원가담당자가 수작업 위주로 업체 원가자료를 확인 및 산정하는 현재의 방산원가 관리체계를 인공지능 기술을 활용하여 산정체계 자동화, 비용 및 원가관리 업무 통합하는 방식으로 절차 및 체계가 개선된다면 원가담당자의 업무부담 경감 및 방산원가 신뢰성 제고에 기여하고, 방위사업 비용관리 업무 전반에 대한 효율성과 투명성 제고를 통해 더 많은 일자리 창출이 가능할 것으로 기대한다.

* 본 연구는 한성대학교 학술연구비 지원과제임.

참고문헌

- 1) 김진하, 「제4차 산업혁명 시대, 미래사회 변화에 대한 전략적 대응방안 모색」, 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 2017. 8.)
- 2) 한국정보화진흥원, “인공지능(AI)을 선도하는 주요국의 핵심 전략”, 『IT & Future Strategy 제12호』, 2018. 12.
- 3) 한국정보화진흥원, “미국 인공지능(AI) 관련 최신 정책 동향”, 『Special Report 2019-6』, 2019. 6.
- 4) 국방부, “국방 인공지능(AI) 전략 배포”, 2022. 5.
- 5) 장상국, “제4차 산업혁명 시대의 CPS 모델에 의한 미래 전투 부대 편성 디자인에 관한 연구”. 국방연구 제60권4호, 2017
- 6) STEPI Insight, “국방 분야 인공지능 기술 도입의 주요 쟁점과 활용 제고 방안”, 2021
- 7) 김승규 외 2명, 「인공지능기술의 동향과 국방 분야 적용방안」, 국방과 기술, 2017. 3.20.
- 8) 최기일, 김선영, 황일연, 허홍무, 손현숙, “방위산업 경쟁력 강화를 위한 스마트팩토리 발전방향 제언”, 한국방위산업학회지, 2018, 제25권 제2호 pp. 26~44
- 9) 최근하, 오재진, 김영길, “미 국방부 및 육군의 인공지능(AI) 전략이 한국군에 주는 시사점 데이터 한국 해군함정의 통합마스트 구조설계 기준에 관한 연구”, 한국방위산업학회지, 2020, 제25권 1호, pp. 41~52
- 10) 장상국, 최기일, “미래 국방을 대비한 인공지능 기반의 방위산업 발전방향 연구”, 한국방위산업학회지, 2021, 제27권 3호, pp. 127~143
- 11) 방위사업청 “국방통합원가시스템 ISP 수립 연구보고서”, 2021
- 12) 조성배, “인공지능 이해 및 활용방안”, 방위사업교육원 집합교육 자료, 2022
- 13) 방위사업청훈령 제727호(2022. 3. 7.), 「방산원가대상물자의 원가계산에 관한 시행세칙」