

무기체계 CBM+ 적용 및 확대를 위한 무기체계 센서데이터 수집용 메타데이터 스키마 연구[☆]

A Study on the Metadata Schema for the Collection of Sensor Data in Weapon Systems

김진영¹ 심형섭^{1*} 손지성¹ 황윤영¹
Jinyoung Kim Hyoung-seop Shim Jiseong Son Yun-Young Hwang

요약

4차산업혁명으로 인해 인공지능(AI), 빅데이터(Big Data), 클라우드(Cloud) 등 다양한 기술들의 혁신이 가속화되고 있고 데이터가 중요한 자산으로 여겨지고 있다. 이러한 기술의 발전에 따라 국방과학기술분야에서도 기술 혁신을 창출하기 위한 다양한 노력들이 진행되고 있다. 국내에서도 정부는 2023년 3월에 첨단과학기술 강군 육성을 위한 5대 중점과 16개 과제로 구성된 「국방혁신 4.0 기본계획」을 발표했다. 이 계획에는 인사·군수 분야에서도 빅데이터를 구축하는 내용에 무기체계 운용성·가용성 향상과 국방비 절감을 위한 상태기반정비체계(CBM+) 구축에 관한 내용이 포함되어 있다.

상태기반정비(Condition Based Maintenance, CBM)는 무기체계의 신뢰도 확보와 가용성 증대를 목표로 하며 장비의 상태정보 변화를 분석하여 고장과 결함의 징후로 식별하여 정비를 수행하는 개념이고, CBM+는 기존 CBM의 개념에 잔존유효수명(Remaining Useful Life) 예측 기술이 더해진 개념이다(1).

무기체계 상태기반정비체계 구축을 위해서는 무기체계의 상태정보 획득을 위해 센서를 설치하고 수집된 센서데이터가 필요하다. 본 논문에서는 다양한 무기체계에 설치된 센서에서 수집된 센서데이터를 효율적이고 효과적으로 관리하기 위한 센서데이터 메타데이터 스키마를 제안한다.

☞ 주제어 : 상태기반정비, 국방데이터, 센서데이터, 국방빅데이터, 메타데이터

ABSTRACT

Due to the Fourth Industrial Revolution, innovation in various technologies such as artificial intelligence (AI), big data (Big Data), and cloud (Cloud) is accelerating, and data is considered an important asset. With the innovation of these technologies, various efforts are being made to lead technological innovation in the field of defense science and technology. In Korea, the government also announced the "Defense Innovation 4.0 Plan," which consists of five key points and 16 tasks to foster advanced science and technology forces in March 2023. The plan also includes the establishment of a Condition-Based Maintenance system (CBM+) to improve the operability and availability of weapons systems and reduce defense costs.

Condition Based Maintenance (CBM) aims to secure the reliability and availability of the weapon system and analyze changes in equipment's state information to identify them as signs of failure and defects, and CBM+ is a concept that adds Remaining Useful Life prediction technology to the existing CBM concept (1).

In order to establish a CBM+ system for the weapon system, sensors are installed and sensor data are required to obtain condition information of the weapon system. In this paper, we propose a sensor data metadata schema to efficiently and effectively manage sensor data collected from sensors installed in various weapons systems.

☞ keyword : CBM+, Condition-Based Maintenance, Defence Data, Sensor Data, Defence Big Data, Metadata

1. 서론

4차산업혁명으로 인해 다양한 기술(ABC(AI, Big Data, Cloud), ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile))들이 크게 주목을 받고 있고 데이터는 이러한 기술들의 혁신을 가속하기 위해 꼭 필요하며 가장 중요한 자원이다. 세계적으로 국방과학기술 분야에서도 이러한 기술들을 활용하여

¹ Div. of National S&T Data, Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon, 34141, Korea.

* Corresponding author (hsshim@kisti.re.kr)

[Received 15 October 2023, Reviewed 24 October 2023(R2 27 November 2023), Accepted 4 December 2023]

☆ 이 논문은 2022년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(KRIT-CT-22-081, 무기체계 CBM+ 특화연구센터)

혁신을 창출하기 위한 다양한 노력이 진행되고 있으며 양질의 많은 데이터를 확보하는 것이 필수적이다.

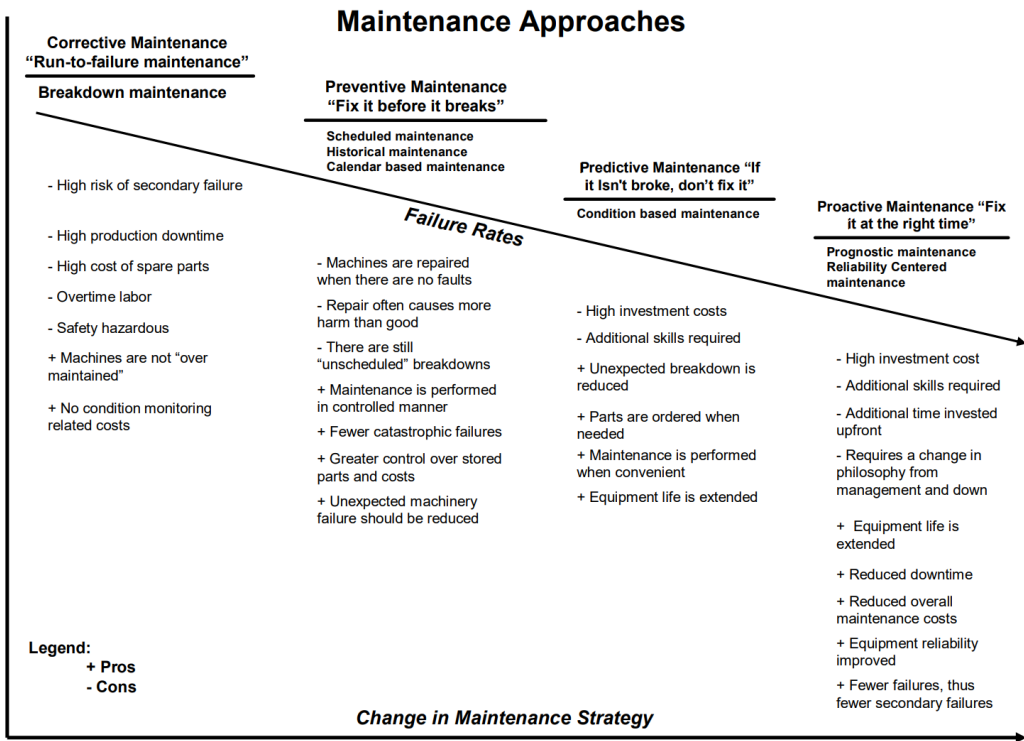
국내에서도 첨단과학기술 강군 육성을 위한 「국방혁신 4.0 기본계획」을 발표함으로써 4차산업혁명의 원칙과 기술을 국방 분야에 적용하여 국방과학기술 분야의 경쟁적 우위를 차지하기 위한 정책을 시행하고 있다. 이 계획에는 ‘복합·미사일 대응능력 획기적 강화’, ‘군사전략·작전개념 선도적 발전’ 등 5대 중점과 16개 과제로 구성되어 있으며 군사 작전의 효율성과 성능을 향상하는 내용이 포함되어 있다.

특히 인사·군수 분야에서도 빅데이터를 구축하는 내용에 무기체계 운용성·가용성 향상과 비용 절감을 위한 상태기반정비체계(CBM+) 구축에 대한 내용이 포함되어 있다. 현재 한국과학기술정보연구원에서는 ‘무기체계 CBM+ 특화연구센터’를 개소하여 무기체계 별 CBM+ 연구를 수행 중이다.

상태기반정비(Condition Based Maintenance, CBM)는 장비의 상태정보 변화를 분석하여 고장과 결함의 징후로 식별하여 정비를 수행하는 개념이며 CBM+는 기존 CBM의 개념에 잔존유효수명(Remaining Useful Life) 예측 기술이 더해진 개념이다[1]. 무기체계에 CBM+ 적용을 위해서는 무기체계에 센서들을 부착하고 상태 데이터를 지속적으로 수집하고 모니터링할 수 있어야 한다.

효율적인 CBM+를 위해서는 센서데이터를 비롯한 다양한 데이터를 수집·저장·관리·활용할 수 있는 데이터웨어하우스(DW, Data Warehouse)를 구축해야한다. 상호운용성 확보와 데이터의 가용성 및 활용 촉진을 위해서는 데이터 수집·관리 방안 수립이 선행되어야 한다[2].

본 연구에서는 국내 무기체계 CBM+ 적용을 위한 무기체계에서 생산되는 센서데이터에 대한 메타데이터 스키마를 제안한다.



(그림 1) 무기체계 정비전략 [2]

(Figure 1) Maintenance Strategy of Weapon Systems [2]

2. 관련연구

2.1 CBM+ 개념

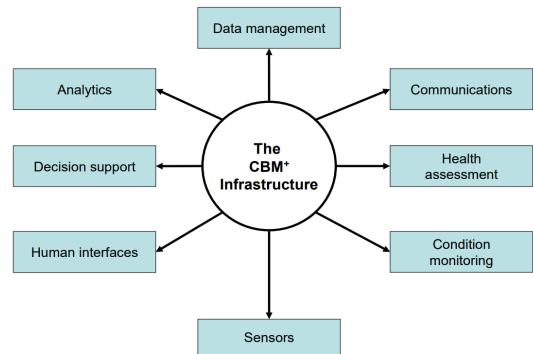
무기체계의 다양성과 복잡성이 증가되고 있으므로 신뢰성, 가용성, 운용성 등을 향상시키고 보장할 수 있는 효율적이고 효과적인 정비전략 수립이 필수적이다. 미국 국방부(United States Department of Defense)에서 발간한 CBM+(Condition Based Maintenance Plus) DoD Guidebook[2]에서는 무기체계의 정비전략을 그림 1과 같이 사후정비(Reactive Maintenance 또는 Corrective Maintenance), 예방정비(Preventive Maintenance), 예지정비(Predictive Maintenance), 사전예방정비(Proactive Maintenance)로 변화하고 있다고 정의하고 있다.

‘사후정비’는 고장이 발생하면 장비를 수리·교체하는 방법으로 예방과 예측을 위한 추가 비용이 발생하지 않는 대신 파생 고장이 발생할 수 있으며 정비 시간이 오래 걸리는 등 비용과 가용성 측면에서 취약하다.

‘예방정비’는 장비의 고장을 미리 방지하기 위해 신뢰성 정보에 기반하여 일정 주기(시동 횟수, 운용 시간 등)마다 부품을 교환하거나 분해검사를 시행하여 이상이 발견되면 정비를 시행하는 방법이다. 주기마다 발생하는 빈번한 운용 중단과 인력, 시간, 비용 등의 손실이 발생할 수 있어서 운용에 영향을 미치는 중요한 장비들을 대상으로 주로 적용된다[4].

CBM+ 가이드북[2]에서 ‘예지정비’는 CBM(Condition Based Maintenance)를 의미한다. CBM은 장비의 상태를 주기적 또는 지속적으로 점검함으로써 장비가 고장이 나기 전에 정비를 실행하는 방법이다. 과잉정비와 부품재고 유지 등을 방지할 수 있어 비용이 감소하고 적절한 시기에 부품을 교체함으로써 장비의 수명이 증가하고 가용성이 증가한다.

CBM+는 무기체계 수명주기 유지·관리를 위한 ‘사전 예방정비’에 해당한다[3]. CBM+는 CBM의 개념에 잔존 유효수명(Remaining Useful Life)을 예측하는 기술이 더해진 개념이다[1]. CBM+는 CBM보다 무기체계의 신뢰성과 가용성을 더욱 향상시키며 유지보수 비용과 중단 시간을 최소화한다[5]. CBM+의 인프라는 그림 2와 같은 요소들이 필요하다. 특히 무기체계의 상태를 파악하여 잔존유효수명을 예측하기 위해서는 무기체계 또는 각 장비(부품)에 센서(Sensor)를 부착하고 데이터관리(Data Management)를 수행해야 한다. 본 논문에서는 이러한 관점에서 센서에서 수집된 데이터를 CBM+를 위한 데이터웨어하우스



(그림 2) CBM+ 인프라 [2]
(Figure 2) CBM+ Infrastructure [2]

에 수집, 저장, 관리하기 위한 센서데이터 메타데이터 구조를 제안한다.

2.2 메타데이터

메타데이터는 일반적으로 ‘데이터에 대한 데이터(data about data)’로 정의된다[6]. 메타데이터는 데이터를 정의하고 기술하기 때문에 데이터에 대한 이해 증진, 데이터의 가용성, 활용성, 상호운용성 등을 보장한다.

메타데이터는 기술용(Descriptive), 관리용(Administrative), 구조용(Structural) 등의 메타데이터로 분류된다[7]. 기술용 메타데이터는 제목, 작성자, 주제, 설명 등의 항목들을 통해 데이터를 검색, 식별, 선택할 수 있도록 한다. 관리용 메타데이터는 기술, 보존, 권리, 사용 등에 대한 요소들을 통해 데이터 관리를 용이하게 한다. 또한 구조용 메타데이터는 책과 장과 같은 다양한 데이터 간의 관계를 설명한다.

메타데이터는 다양한 파일 포맷(csv, xml, json, xls 등)으로 제공되며 직접전달, OpenAPI, OAI-PMH 등을 통해 교환된다. 상호운용성, 가용성 등을 강화하기 위해 schema.org, DataCite 등과 같은 표준에서는 API, OAI-PMH를 사용하여 교환, 배포될 수 있도록 하고 있다.

메타데이터 정의와 표준화를 위한 세계 기구로는 ISO, IEC, ITU 등이 있고 국내에서는 TTA가 표준화를 담당하고 있다. 세계적으로 다양한 분야에서 메타데이터 표준화를 위한 연구가 진행되고 있다. 국내 국방 분야에서는 [8-9]와 같이 메타데이터 표준 및 메타데이터 저장소 관리 시스템을 연구했으나 무기체계에서 생산되는 센서데이터 관리를 위한 메타데이터 구조는 제안하고 있지 않다.



(그림 3) 무기체계 CBM+ 시스템 구성도
(Figure 3) The CBM+ System Architecture for Weapon System

3. CBM+를 위한 센서데이터 메타데이터 스키마

3.1 무기체계 CBM+ 시스템

CBM+를 구현하기 위해서는 그림 2와 같은 다양한 요소들로 구성된 인프라가 필요하다. 이러한 인프라가 구동될 수 있는 ‘무기체계 CBM+ 시스템’(이하 CBM+ 시스템)의 구성도는 그림 3과 같다.

CBM+ 시스템은 한국과학기술정보연구원(이하 KISTI)의 데이터센터에 구축되고 CBM+를 위한 무기체계의 센서에서 수집된 데이터는 국방망으로부터 CBM+ 시스템으로 연동되고, CBM+ 시스템의 데이터는 각 수요처로 연동된다.

CBM+ 시스템은 그림 3과 같이 크게 여섯 부분으로 구성된다. CBM+ 생태계 구축을 위해 데이터가 가장 중요한 자원이기 때문에 ‘군수 빅데이터 수집·관리’는 CBM+ 시스템에서 가장 중요하다. 수집처로부터 다양한 데이터(센서데이터 포함)를 수집·정제·저장·관리하는 기능을 제공하며 다양한 데이터베이스들(수집DB, 무기체계 CBM+ DB 등)과 연동된다. 특히 상호운용성 확보와 민감 데이터 보안 유지, 데이터 활용성 향상 등을 위해 다양한 기능들(데이터 표준화, 데이터 암호화 및 추적 관리, 메타데이

터 관리, 데이터 품질관리 등)을 제공한다. 또한 이 부분에는 그림 4의 ‘데이터 수집·연동 모듈’이 포함된다. 데이터 제공처에 따라 다양한 형태의 데이터들이 서로 다른 방법으로 CBM+ 시스템에 연동된다. 이 모듈에서는 데이터 연동과 저장을 위해 연동 방법 관리, 비정형 데이터 관리, 메타데이터 관리, 이력 관리 등 다양한 기능들을 제공한다. 특히 메타데이터 생성/등록/관리 기능은 본 논문과 밀접한 관련이 있다. 각종 데이터 수집 시 메타데이터를 함께 제공 받거나 메타데이터를 등록할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 이 때 센서 데이터를 위한 메타데이터는 본 논문에서 제안하는 메타데이터를 활용한다.

CBM+ 시스템의 데이터는 ‘KISTI 데이터센터 시스템 및 보안/백업 체계’를 통해 전장, 재해, 단전 등과 같은 유사 상황에 대비할 수 있다. 그리고 ‘군수 빅데이터 분석’



(그림 4) 무기체계 CBM+ 시스템의 데이터 수집·연동 모듈
(Figure 4) Sensor Data Collection Module of Weapon System CBM+ System

부분에서 다양한 분석 방법과 알고리즘을 통해 분석되며 결과 데이터는 다시 ‘군수 빅데이터 수집·관리’ 부분의 데이터베이스에 저장된다. 또한 사용자가 각종 데이터를 분석하고 활용할 수 있는 인터페이스를 제공하는 ‘빅데이터 서비스’ 부분, 데이터를 각종 수요처(각 군, 민간방산업체 등)에 배포(공유)하고 환류할 수 있는 기능을 제공하는 ‘빅데이터 배포 및 환류’ 부분, CBM+ 시스템 전체의 관리기능을 제공하는 ‘공통관리’ 부분으로 구성된다.

그림 3의 CBM+ 시스템에서 수집·활용되는 데이터는 보안 유지가 필수인 국방데이터이다. 그러므로 망 간 데이터 연동 시에는 ‘국방보안업무훈령’, ‘국방사이버훈령’, ‘국방 정보체계 망 연동 보안 가이드라인’ 등을 준용한다. KISTI KREONET, 인가저장장치, 자동전환스위치, CDS 보안통제장치 등을 활용하여 데이터 유출 또는 탈취를 방지한다. 그리고 CBM+ 시스템이 구축·운영되는 KISTI 데이터센터는 자체 보안 시스템 및 ‘과학기술사이버안전센터’에 의해 외부 침입으로부터 안전하게 보호된다.

또한 CBM+ 시스템에 수집·저장·관리·활용·생산되는 모든 데이터는 암호화되어 저장되고 열람, 배포 등 모든 접근이 기록·모니터링되고 자체 백업 시스템과 원격지 백업 시스템에 주기적으로 백업함으로써 사이버 공격과 갑작스러운 장애에도 안전하다.

3.2 무기체계 센서데이터

CBM+를 위해서는 무기체계의 상태 모니터링 할 수 있도록 무기체계 내의 장비 또는 부품 단위에 센서를 부착해야 하고 각종 상태(온도, 진동, 습도 등)에 대한 데이

터를 수집해야 한다. 센서데이터는 운용부대, 무기체계, 센서 등의 상황에 따라 다양한 포맷(csv, xml, json, jpg, avi 등)으로 수집되어 저장된다. (※ 센서데이터의 실제에는 보안상 이유로 생략함.)

수집될 센서데이터는 그림 5와 같이 무기체계에 포함된 서버체계(또는 장비)에 설치된 센서들에서 수집된 데이터이고 이 데이터는 다양한 포맷의 파일로 저장된다. 각 파일에 대한 메타데이터(배치부대, 무기체계, 센서, 파일 등에 대한 정보)를 작성한 후 CBM+ 시스템에 제공한다.

3.3 CBM+를 위한 센서데이터 메타데이터 스키마

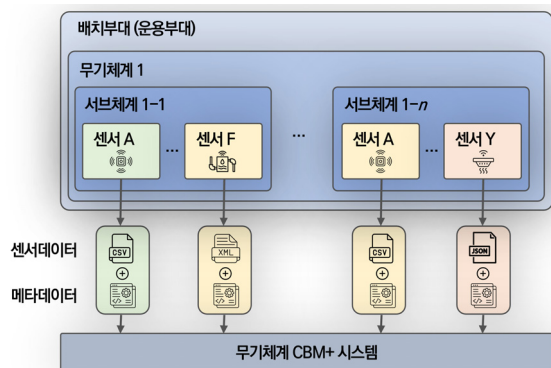
국방분야의 데이터 표준으로 NATO에서 제정한 STANG 7023, 5636 등이 있다. ADatP-5636 NATO 표준[10]은 C4I 및 군사 개발과 운영 및 훈련 분야의 상호운용성을 높이기 위해 개발됐다. AEDP-7023 NATO 표준[11]은 항공경찰에 사용되는 영상데이터 전송 시 활용되는 메타데이터 포맷이다.

아직 무기체계의 다양한 센서데이터 교환과 관리를 위한 범용 메타데이터 체계가 없는 것으로 판단되어 본 논문에서는 타겟으로 하고 있는 CBM+ 시스템에 활용될 수 있는 메타데이터 스키마를 제안한다.

메타데이터는 일반적으로 기술용(Descriptive), 관리용(Administrative), 구조용(Structural) 등의 메타데이터로 분류된다[7]. 본 연구에서 제안하는 메타데이터 스키마는 표 1과 같다. 기술용 메타데이터 항목으로는 체계정보, 서버체계정보, 센서정보, 센서데이터정보, 파일정보, DB 정보이며, 관리용 메타데이터 항목은 관리정보, 생산자정보, 제공자정보, 입수자정보, 입수정보, 보안등급정보이다. 그리고 구조용 메타데이터 항목은 파일정보, DB 정보에 포함되어 있다. 또한 위와 같은 항목들에서 표현되지 못한 정보는 기타정보에 기술할 수 있다.

제안하는 메타데이터의 정보 구분 별 목록과 설명은 다음과 같다.

- 관리정보: 메타데이터 관리를 위한 메타데이터 관리번호, 생성 및 업데이트 일시 등의 정보
- 체계정보: 센서가 설치된 무기체계와 무기체계가 운용되는 부대정보
- 서버체계정보: 타겟 무기체계의 세부 무기체계에 센서가 설치된 경우 세부 무기체계에 대한 정보
- 센서정보: 무기체계에 설치된 센서에 대한 정보이며 센서에서 데이터가 수집되는 주기, 단위에 대한 정보를 포함하고, 만약 여러 데이터가 수집되며 스



(그림 5) 무기체계 센서데이터 및 메타데이터 구성
(Figure 5) Weapon System Sensor Data and Metadata Configuration

키마에 표현되지 않을 경우 ‘센싱주기부가설명’ 항목 작성

- **센서데이터정보:** 설치된 센서에서 수집된 데이터에 대한 정보
- **파일정보:** 제공받는 센서데이터 파일에 대한 정보와 저장경로를 포함하고, 제공받은 파일을 어떻게 처리했는지에 대한 정보 포함
- **DB정보:** 수집된 데이터를 활용하기 위해 파일정보의 처리내용에 따라 데이터베이스에 적재한 후 데이터베이스명, 테이블명 등의 정보 작성
- **생산자/제공자/입수자 정보:** 센서데이터 생산부터 CBM+ 시스템으로 입수(수집)까지의 과정 중에 관련된 담당자들의 정보 포함. 추후 이 정보는 이력을 관리할 수 있도록 하고 조회나 활용에 대한 이력까지 관리할 수 있도록 확장 예정
- **입수정보:** CBM+ 시스템으로의 입수 시 관리정보(최초입수일시, 최종업데이트일시 등) 항목 포함
- **보안등급정보:** 국방데이터의 보안 유지를 위해 보안등급과 보안유지방법을 명시하여 관리
- **기타정보:** 세부 항목들에서 기술되지 못한 내용에 대한 정보 포함 (내용 제한 없음.)

제안하는 메타데이터 구조에는 설명, 관리, 구조적으로 반드시 필요한 항목들에 대해서는 필수로 구분하고 아닌 경우에는 선택으로 구분했다. 또한 항목에 따라 다중값이 필요한 경우 O로 표시했으며, 정해진 길이의 코드 값을 가지며 사전이 필요한 경우는 코드성 항목에 O로 표시했다. 그리고 제안하는 메타데이터의 항목 중에는 제공 측에서 작성할 부분과 입수(수집) 측에서 작성해야 하는 부분이 나뉘기 때문에 작성주체 항목에 제공/입수를 표시했다. 마지막으로 세부항목별로 요구되는 데이터타입을 문자열(String), 일시(Timestamp), 정수(Int)로 표기했다. String의 경우는 실제 구현 시 필요에 따라 고정길이 문자열(char) 또는 가변길이문자열(varchar)로 정의할 수 있다.

3.4 메타데이터 스키마의 활용

제안한 메타데이터는 무기체계 CBM+ 적용 및 확대를 위해 각 무기체계에서 생성되거나 수집된 센서 데이터를 관리하는 데 활용할 수 있다. 특히 각기 다른 센서, 무기체계, 부대 등에서 수집된 센서 데이터를 통합 관리하기 위해서는 필수적이다.

예를 들어 그림 3과 같이 다양한 무기체계에서 생성·수집된 센서 데이터는 ‘무기체계 CBM+ 시스템’과 같은 통합 데이터 플랫폼에 수집·저장될 때 센서 데이터 건 별로 메타데이터를 작성해서 등록해야 한다.

또한 ‘무기체계 CBM+ 시스템’과 같은 통합군수데이터플랫폼 뿐만 아니라 각 군, 민간방산업체 등에서도 센서 데이터 수집·저장·관리를 위해서도 활용할 수 있다.

이를 통해 데이터에 대한 추적, 검색, 중복 방지, 자동화 등 효율적인 관리가 가능하고 상호운용성이 향상된다.

4. 결 론

4차산업혁명으로 인해 세계적으로 국방과학기술 분야의 발전도 가속화되고 있다. 국내에서도 정부에서 ‘국방혁신 4.0 기본계획’을 발표하면서 국방과학기술 분야 혁신을 목표로하는 다양한 정책들이 시행되고 있다.

특히 국방 무기체계 운용성, 가용성 향상과 비용 절감을 위한 CBM+ 체계를 구축과 국방 빅데이터 구축도 해결해야 하는 과제 중 하나이다.

무기체계 CBM+ 체계 구축을 위해서는 무기체계의 상태를 판단할 수 있도록 무기체계에 센서를 설치하여 각종 상태 정보를 수집하는 것이 선행되어야 한다. 이러한 다양한 센서데이터는 KISTI의 ‘무기체계 CBM+ 시스템’에 연동되어 활용된다.

본 논문에서는 CBM+ 시스템에서 센서데이터를 수집, 운영, 관리, 활용, 배포를 하기 위한 메타데이터 스키마를 제안했다. 제안한 메타데이터에는 타겟 무기체계를 운용하는 부대정보, 무기체계에 탑재된 센서정보를 포함하며 센서데이터에 대한 기술정보와 생산, 제공, 입수정보를 함께 관리한다. 또한 담당자 정보, 보안정보 등을 포함함으로써 보안에 민감한 국방데이터를 안전하게 관리할 수 있는 기반이 된다.

제안하는 메타데이터는 무기체계 CBM+ 체계 구축에 필요한 센서 데이터 수집·저장·관리를 위해 활용된다. 다양한 환경(이종 센서, 무기체계, 부대 등)에서 수집된 센서 데이터를 각 군, 민간방산업체, 외부 연구기관 등의 정보서비스(시스템)에 연동할 때 메타데이터를 작성하여 등록한다. 이를 통해 센서 데이터를 효과적으로 관리할 수 있고 검색, 활용을 위한 단서로 활용되며 서로 다른 정보서비스 간 표준 메타데이터를 활용함으로써 상호운용성이 확보된다.

앞으로 무기체계를 개발·운영하는 각 군 담당자 및 민간방산업체 담당자 등과 함께 본 논문에서 제안한 메타데이터 스키마에 대한 타당성을 검증하고 보완할 계획이다. 특히 열람, 활용, 배포와 관련된 인원들에 대한 이력

관리 방안 수립과 보안 유지 방법 등에 관한 연구를 추가 수행할 계획이다.

(표 1) CBM+를 위한 무기체계의 센서데이터 수집·관리 위한 메타데이터 구조
(Table 1) Metadata Schema for Collecting and Managing Sensor Data of Weapon Systems for CBM+

번호	구분	항목명	설명	필수/선택	다중값	코드성	작성주체	데이터타입
1	관리 정보	메타데이터ID	메타데이터 관리용 ID (CN)	필수		○	입수	string
2		최초생성일시	메타데이터 최초 생성 일시	필수			입수	timestamp
3		최종업데이트일시	메타데이터 최종 업데이트 일시	선택			입수	timestamp
4	체계 정보	체계ID	최상위 무기체계 식별자	필수		○	제공	string
5		체계명	최상위 무기체계 명	필수			제공	string
6		체계설명	최상위 무기체계 설명	선택			제공	string
7		부대ID	배치부대 식별자	필수		○	제공	string
8		부대명	배치부대 명	필수			제공	string
9		부대설명	배치부대 설명	선택			제공	string
10	서브 체계 정보	서브체계ID	체계를 구성하는 서브체계 식별자	선택		○	제공	string
11		서브체계명	서브체계 이름	선택			제공	string
12		서브체계설명	서브체계 설명	선택			제공	string
13	센서 정보	센서ID	센서ID	필수		○	제공	string
14		센서명	센서 이름	필수			제공	string
15		센서설명	센서 설명	선택			제공	string
16		센싱주기	센싱주기	필수	○		제공	int
17		센싱주기단위	센싱 주기 단위	필수	○	○	제공	string
18		센싱값단위	센싱 값 단위	필수	○	○	제공	string
19		센싱주기부가설명	센싱주기가 일정하지 않거나 주기와 단위로만 표현되지 않는 경우 사용	선택			제공	string
20	센서 데이터 정보	센서데이터ID	센서데이터 대표 식별자 (하나의센서데이터에대해측정기간이다른 다수데이터들이입수될경우대표ID지정)	필수		○	제공	string
21		센서데이터SubID	센서데이터 부 식별자 (하나의센서데이터에대한버전정보)			○	제공	string
22		센서데이터명	센서데이터 이름	필수			제공	string
23		센서데이터설명	센서데이터 설명	필수			제공	string
24		측정시작일시	센싱 측정 시작 일시	필수			제공	timestamp
25		측정종료일시	센싱 측정 종료 일시	필수			제공	timestamp
26	파일 정보	파일명	센서데이터 파일 이름	선택			제공	string
27		파일포맷	센서데이터 파일 포맷	선택		○	제공	string
28		파일저장경로	센서데이터 파일 저장 경로	선택			입수	string
29		처리내용	메타데이터와 수집, 저장, 분석, 활용 등과 관련된 다양한 정보 기술	선택			입수	string
30	DB 정보	데이터베이스명	센서데이터 저장 데이터베이스명	선택		○	입수	string
31		테이블명	센서데이터 저장 테이블명	선택		○	입수	string
32		최종업데이트일시	센서데이터 최종 업데이트 일시	선택			입수	timestamp
33	생산자 정보	성명	센서데이터 생산 담당자 성명	선택	○		제공	string
34		소속	센서데이터 생산 담당자 소속	선택	○		제공	string
35		연락처	센서데이터 생산 담당자 연락처	선택	○		제공	string

(표 1) CBM+를 위한 무기체계의 센서데이터 수집·관리 위한 메타데이터 구조(계속)

(Table 1) Metadata Schema for Collecting and Managing Sensor Data of Weapon Systems for CBM+

번호	구분	항목명	설명	필수/선택	다중값	코드성	작성주체	데이터타입
36	제공자 정보	성명	센서데이터 제공 담당자 성명	선택	○		제공	string
37		소속	센서데이터 제공 담당자 소속	선택	○		제공	string
38		연락처	센서데이터 제공 담당자 연락처	선택	○		제공	string
39	입수자 정보	성명	센서데이터 입수 담당자 성명	선택	○		입수	string
40		소속	센서데이터 입수 담당자 소속	선택	○		입수	string
41		연락처	센서데이터 입수 담당자 연락처	선택	○		입수	string
42	입수 정보	최초입수일시	데이터 최초 입수 일시	필수			입수	timestamp
43		최종업데이트일시	데이터 최종 업데이트 일시	선택			입수	timestamp
44		입수방법	데이터 입수 방법에 대한 기술	선택			입수	string
45	보안 정보	보안등급	데이터 보안 등급	선택		○	제공	string
46		보안유지방법	데이터 보안 유지 방법	선택		○	입수	string
47	기타 정보	기타	메타데이터에 표현되지 못한 다양한 정보 기술	선택			제공/입수	string

참고문헌(Reference)

- [1] M. Son, Y. Kim, "A Study on the Reflection of Condition-Based Maintenance Requirement in the Defense Specification," Journal of Korean Society for Quality Management, Vol. 49, No. 3, pp. 269 - 279, Sep. 2021.
<https://doi.org/10.7469/JKSQM.2021.49.3.269>
- [2] DoD, Condition Based Maintenance Plus DoD Guidebook, 2008.
- [3] DoD, Condition-Based Maintenance Plus for Materiel Maintenance, 2020.
- [4] H. S. Jeong, "A Study on the Condition Based Maintenance Development for the Expansion of CBM Adoption in Weapon Systems," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 8, pp. 631-638, Aug. 2021.
- [5] 김용, 배성재, 이정행, 김가현, "CBM+ 국내 적용 및 확대를 위한 선진사례 연구," 2023년 한국신뢰성학회 춘계학술대회, 2023.
- [6] Riley, Jenn. "Understanding metadata," Washington DC, United States: National Information Standards Organization(<http://www.niso.org/publications/press/UnderstandingMetadata.pdf>), 2017.
- [7] M. Cofield, "Metadata Basics," University of Texas Libraries, 2023.
- [8] 이미영, 이상철, "국방정보체계의 상호운용성 보장을 위한 메타데이터 표준화 구축 연구," 2009년 대한산업공학회 추계학술대회, 2009.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01987405>
- [9] P. W. Shin, J. Lee, J. Kim, D. Shin, Y. Lee, and S. H. Hwang, "A Research in Applying Big Data and Artificial Intelligence on Defense Metadata using Multi Repository Meta-Data Management (MRMM)," Journal of Internet Computing and Services, Vol. 21, No. 1, pp. 169 - 178, Feb. 2020.
- [10] NATO, NATO STANDARD ADatP-5636 NATO Core Metadata Specification (NCMS), 2022.11.
- [11] NATO, NATO STANDARD AEDP-7023 AIR RECONNAISSANCE PRIMARY IMAGERY DATA STANDARD, 2022.7.

● 저 자 소 개 ●



김 진 영(Jinyoung Kim)

2007년 서강대학교 컴퓨터학과(공학사)
2009년 서강대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
2018년 한국과학기술원 전산학과(박사수료)
2015년~현재 한국과학기술정보연구원 국가과학기술데이터본부 선임기술원
관심분야 : 데이터베이스, 데이터플랫폼, 빅데이터, 인공지능, 그래프러닝, etc.
E-mail : jykim@kisti.re.kr



심 형 섭(Hyung-seop Shim)

1999년 한신대학교 정보통신학과(이학사)
2001년 동국대학교 대학원 정보관리학과(경영학석사)
2010년 동국대학교 대학원 정보관리학과(경영학박사)
2012년~현재 한국과학기술정보연구원 국가과학기술데이터본부 책임기술원
관심분야 : 데이터 플랫폼, 데이터 표준화, 데이터 시각화 etc.
E-mail : hsshim@kisti.re.kr



손 지 성(Jiseong Son)

2007년 서울여자대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2009년 고려대학교 대학원 컴퓨터전파통신공학과(공학석사)
2016년 고려대학교 대학원 컴퓨터전파통신공학과(공학박사)
2016년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
관심분야 : 지식그래프, 데이터표준화, CBM+, etc.
E-mail : jsson@kisti.re.kr



황 윤 영(Yun-Young Hwang)

2002년 충남대학교 정보통신 및 컴퓨터공학 (공학사)
2004년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
2011년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
2011년~2012년 충남대학교 BK21 박사후연구원
2012년~현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원
관심분야 : 데이터베이스, 데이터표준화, CBM+(Condition Based Maintenance Plus), 국방데이터
E-mail : yyhwang@kisti.re.kr