

## 상호운용성 제공을 위한 PLCS 기반 SBA 통합협업환경 아키텍처 및 운영 방안

김황호 · 최진영<sup>†</sup> · 왕지남

아주대학교 산업공학과

## PLCS-based Architecture and Operation Method for Interoperability in SBA Integrated Collaborative Environment

Hwang Ho Kim · Jin Young Choi<sup>†</sup> · Ji Nam Wang

Department of Industrial Engineering, Ajou University

In this paper, we suggest a PLCS-based architecture and operation method for providing interoperability in SBA integrated collaborative environment. Specifically, the suggested architecture is based on the distributed collaborative environment which employs the PLCS application protocol and integrated repository for representing and sharing product data information between collaborators remotely located. As an example of data representation, a military vehicle system is considered and two kinds of information, including state and activity/process, are explained. We expect that the suggested architecture can be used as a reference model to develop an efficient SBA integrated collaborative environment.

**Keywords :** Simulation Based Acquisition, Integrated Collaborative Environment, Product Life Cycle Support, Interoperability

### 1. 서 론

최근 들어 무기체계가 첨단화되고 복합화 되는 추세에 따라 획득 절차도 복잡해지는 동시에 획득에 참여하는 기관도 다양해지고 있는 실정이다. 또한, 복합 첨단 무기체계의 획득 및 전략 그리고 전술 개발을 위한 모의기반 획득(Simulation Based Acquisition : SBA)의 중요성이 강조되면서, SBA를 보다 효과적이고 효율적으로 수행하고 분산되어 있는 다수의 기관들 간 협업을 촉진시킬 수 있는 기반 인프라인 SBA 통합협업환경의 중요성도 강조되고 있다.

SBA 통합협업환경이란 <그림 1>과 같이 무기체계에 대한 모의기반획득을 위해 소요군, 관리자, 설계자, 생산자, 시험평가자, 운용자 등의 획득참여자 모두가 획득 전 단계

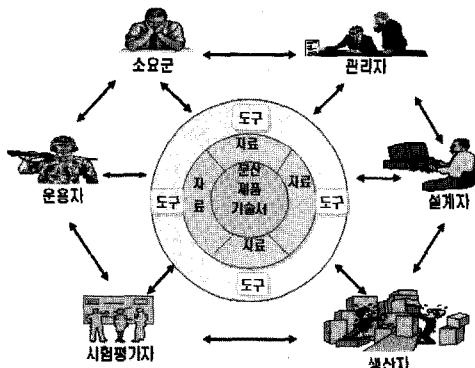
에 걸쳐 제품 및 관리 정보를 접근/작성/공유 할 수 있는 통신 네트워크 기반의 협업환경이다[9]. 이 때, 획득의 각 단계별로 시뮬레이션에 기반한 개념/설계/제조/실용화에 대한 검증이 가능하도록 하는 통합모의환경을 위한 소프트웨어 인프라 기반이 고려되어져야 한다.

SBA 통합협업환경 구현을 위한 구성요소는 사용자 환경, 획득 지원도구, 공유 자원 및 기반 인프라 등으로 나누어 질 수 있으며, 이는 일반적인 통합협업환경 아키텍처에 기반 할 수 있다. <그림 2>는 통합협업환경의 대표적인 예로서 미 국방부에서 정의한 참조 모델인 CERSA(Collaborative Environment Reference System Architecture)에 대한 아키텍처를 나타낸다[6, 10]. CERSA는 통합협업환경 구축을 위한 프레임워크를 제공하며 미국의 육·해·공군에

논문접수일 : 2010년 07월 08일      논문수정일 : 2010년 08월 03일      계재확정일 : 2010년 09월 13일

<sup>†</sup> 교신저자 choijy@ajou.ac.kr

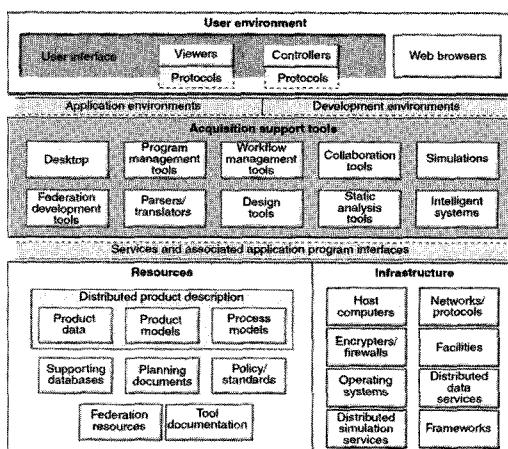
※ 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다(UD080042AD).



〈그림 1〉 SBA 통합협업환경 개념도[9]

서 원격지 간의 협업환경 구축을 위해 주로 사용되었다. 대표적인 통합협업환경의 예로 미 공군의 DCE(Distributed Collaborative Environment)와 미 육군의 FCS-ACE(Future Combat System-Advanced Collaborative Environment) 등이 있다.

그러나, 이러한 CERSA 참조 모델에 기반한 통합협업 환경에서 SBA와 상호운용성을 지원하기 위해서는 획득 지원 도구 및 공유 자원에 대한 구체적인 구현 및 운영 방안이 필요하다. 특히, 분산되어 있는 다양한 형태의 자원을 효율적으로 공유하고 교환하기 위한 무기체계와 관련된 정보자원의 표준화가 제공되어야 하며, 하드웨어를 비롯한 시스템 요구 사항 및 무기체계 기능 검증을 위해 필요한 시뮬레이션 기능들이 획득지원 도구 기능에 구체화되어 획득의 각 단계에서 개발 요구 사항을 조기에 반영하고 검증하는 방안으로 활용되어져야 한다[1].



〈그림 2〉 미 국방부 통합협업환경 아키텍처[6]

지금까지 미국을 비롯한 군사선진국에서는 다양한 프로젝트를 통하여 상호운용성이 보장된 통합협업환경의 도입을 확대하고 있으나, SBA를 위한 통합모의환경 기반 제공에는 다소 미흡한 점이 있다. 한편, 국내의 경우에

는 국방과학연구소를 중심으로 WISEMAN이라는 PDM 기반 국방획득 솔루션이 개발되어 운용되고 있지만 보안상의 이유로 모든 획득 참여자에 대한 통합적인 정보 데이터의 공유 및 교환 업무가 이루어지지 않고 있다. 특히, 형상 데이터의 경우 기술 표준의 도입이 미흡하여 SBA를 위한 데이터의 교환 및 공유 활동에 어려움을 겪고 있는 실정이다[7, 8, 11].

따라서 본 논문에서는 SBA 통합협업환경에서 상호운용성을 제공하기 위해 필요한 참조모델 아키텍처를 정의하고 이를 기반으로 한 운영 방안을 제안한다. 특히, 국내의 SBA 통합협업환경의 구축 현황을 분석하고, 이를 기반으로 상호운용성 제공을 위한 요구사항을 도출하여 아키텍처 수립에 반영한다. 또한, 제품 데이터 관리시스템 (Product Data Management : PDM) 및 제품수명관리 시스템 (Product Lifecycle Management : PLM) 등의 순기 관리 기술들을 활용하여 제품의 전 생애 주기에 걸친 협업 활동을 전개하도록 하는 운영 방안을 제안한다[4].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 국내외 통합협업환경 구축 현황을 설명하고, 제 3장에서는 상호운용성을 고려한 SBA 통합협업환경 요구사항 및 아키텍처를 제안한다. 제 4장에서는 제안된 아키텍처를 기반으로 한 SBA 통합협업환경 운영 방안에 관하여 기술하며, 마지막으로 제 5장에서는 향후 연구 방향을 제안한다.

## 2. 국내외 통합협업환경 구축현황

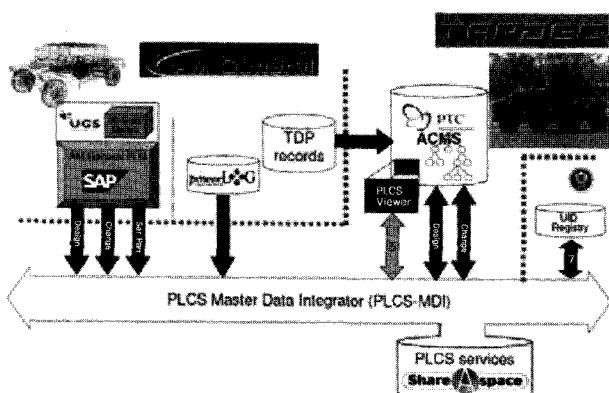
### 2.1 FALCON 프로젝트

FALCON(Federated Army Life-cycle Collaborative eNterprise)은 미 육군의 탱크-차량 연구개발 기술센터인 TARDEC에서 제안된 PLM 솔루션으로 미 육군과 외부 군수업체들(OEMs) 간의 데이터 교환, 통합 및 상호운용성 제공을 위해 통합협업환경과 STEP 표준을 사용하였다[7].

〈그림 3〉은 FALCON의 아키텍처로서 군용차 전문 생산 업체인 AM General과 TARDEC 간의 데이터 동기화 및 데이터 공유방법을 나타낸다. PLCS(Product Life Cycle Support)[3] 스키마를 사용한 통합 데이터가 Share-A-space라는 PLCS 기반 통합 레파지토리에 저장되며, 이를 통해 이기종 시스템 간 데이터 호환이 가능한 상호운용성 제공이 가능하게 된다.

### 2.2 SIMBASE 프로젝트

SIMBASE(Simulation Based Acquisition SErver)는 SBA를 위한 서버 또는 통합 레파지토리 구축을 위해 이탈리아,

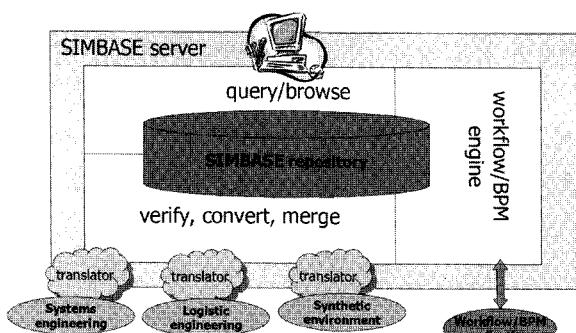


&lt;그림 3&gt; FALCON 아키텍처[7]

노르웨이, 영국 등의 국방부와 민간 기업들이 참여한 협업프로젝트로서 다음의 내용을 목표로 하고 있다[8].

- 획득 프로세스 구현을 위한 일관적이고 지속적인 접근
- 효과적이고 효율적인 시스템 엔지니어링 프로세스
- PLCS 표준 사용을 통한 S/W 상호운용성 확보
- 엔지니어링 프로세스 전체 과정에서 M&S(Modeling and Simulation) 지원 가능

<그림 4>는 SIMBASE의 아키텍처로서 레파지토리를 중심으로 협업 관계자들이 시스템 엔지니어링, 물류 엔지니어링, 합성 환경 등과의 통합 작업을 수행하는 방법을 나타낸다. 이를 위해 레파지토리 및 툴셋 사이의 인터페이스 구축이 요구되며, 이러한 인터페이스는 통합 저장소에서 데이터 수집, 검증을 제공하는 기능을 위해 PLCS 스키마를 사용한다.



&lt;그림 4&gt; SIMBASE 아키텍처[8]

## 2.3 국내 현황

국내의 경우는 아직까지 SBA를 위한 통합협업환경의 구축 및 활용이 미흡하며, 각 기관 별로 자체 구축된 시스

템에 의존해 정보를 관리하고 있는 추세이다. 예를 들면, 국방과학연구소에서는 WISEMAN(Weapon system Information Integration for System Engineering and MANagement)이라는 PDM 기반의 정보통합 시스템을 개발하여 무기체계 개발 과정에서 생성되는 설계 및 형상 정보를 통합 관리하고 국방 무기체계 연구개발 프로세스를 지원하고 있다[11]. 그러나 WISEMAN은 보안상의 이유로 연구소 및 방위 산업체 간의 망(NET) 연결이 제한되기 때문에 전체 획득과정에 걸친 데이터의 공유 및 연속적인 업무 처리가 불가능하다. 따라서 분산된 개발환경에서의 협업 및 정보 데이터의 공유와 교환 업무가 제대로 이루어지지 않고 있으며 형상 데이터의 경우 기술 표준이 도입되지 않고 있어 상호운용성 제공에 어려움을 겪고 있다.

## 3. 상호운용성 제공을 위한 SBA 통합협업환경 요구사항 분석 및 아키텍처 설계

### 3.1 SBA 통합협업환경 요구사항 분석

SBA 통합협업환경에서는 무기체계 획득을 위해 분산된 획득 참여자들이 제품의 전 수명 주기에 걸쳐 데이터 교환 및 공유가 가능한 상호운용성이 보장되어야 하며,

&lt;표 1&gt; SBA 통합협업환경 요구사항

기능 요구 사항	
제품 데이터 구조 및 표현	향상된 실시간 데이터 통합
	주문형 제품 데이터
	as-built, as-design, as-maintained의 뷰(View)를 갖는 통합된 BOMs
	개방형 데이터구조와 best practice의 적용
제품 데이터 관리	제품 데이터 관리 접근을 위한 복합 시스템
	제품 중심의 데이터 관리
	연속적인 부품 관리
	제품 구조 관리/BOMs
	이기종 데이터 형식 관리
시스템 통합	웹 기반 액세스
	단일 창구 및 단일 관리 역할
	OEM 제품 데이터 액세스 제어
	ERP 및 물류 시스템과의 통합
무기체계 효과도 검증	컴퓨터 모델과 실제 하드웨어의 통합
	공학급 제어 검증
	교전급 효과도 검증
	무기체계의 제어 안정성 검증

획득의 각 단계에서 시뮬레이션에 기반 한 무기 체계 효과도 검증이 수행되어야 한다. 이를 통해 제품의 개발 기간을 단축할 수 있으며 동시에 비용 절감 및 협업 효과의 극대화를 추구할 수 있을 것으로 기대된다.

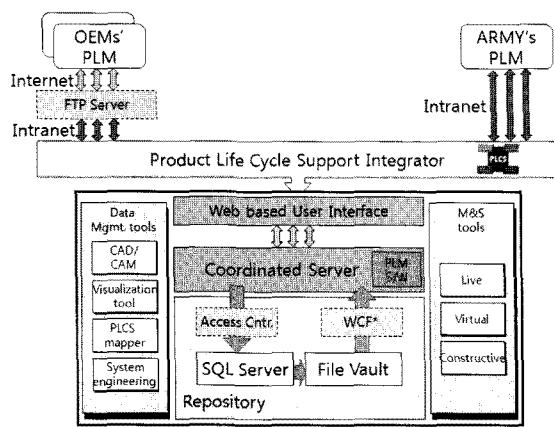
이를 위한 기능 요구사항은 크게 제품 데이터 구조 및 표현, 제품 데이터 관리, 시스템 통합, 무기체계 효과도 검증 등으로 구분될 수 있으며 자세한 세부 기능 요구사항은 <표 1>과 같다. 이 때, 앞의 세 가지는 상호운용성에 관련된 기능이며, 마지막 무기체계 효과도 검증 부분은 모의기반획득과 관련된 기능 요구 사항이다.

### 3.2 상호운용성 제공 방안

본 절에서는 앞에서 제안된 기능 요구사항을 구현하기 위한 PLCS 기반 통합협업환경 아키텍처를 제안하고, 이러한 환경에서의 데이터 교환 방법 및 통합협업환경 운영 개념에 대해 기술한다.

#### 3.2.1 PLCS 기반 통합협업환경 아키텍처

본 논문에서 제안된 통합협업환경은 <그림 5>와 같이 모의 PLCS 표준 스키마와 통합 레파지토리로 구성되며, 웹 기반의 공개형 사용자 인터페이스를 통해 접속 및 제어된다. 이로 인해 시스템 구축 시 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 다양한 기관 및 조직이 하나의 프로젝트를 관리할 수 있는 통합협업환경을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.



<그림 5> 제안된 SBA 통합협업환경 아키텍처

세부적인 구성 요소의 기능 및 역할은 다음과 같다. SQL 서버와 파일 저장소로 구성된 통합 레파지토리를 통해 데이터 관리가 용이하게 되고 필요 데이터 요청 또는 획득의 시간이 단축된다. 이 때, SQL 서버는 Access Control

을 통해 데이터베이스에 대한 접근 관리와 통제를 가능하게 한다. 파일 저장소는 WFC(Windows Communication Foundation)을 통해 서로 다른 컴퓨터 간 파일 또는 데이터 이동 및 통신이 가능하다. WCF는 XML, SOAP(Simple Object Access Protocol) 메시지를 사용하여 운영체제나 구현 기술들에 구애 받지 않고 이질적이고 분산된 환경에서의 협업환경 구축에 적합한 기술이다.

또한, PLCS 스키마 사용으로 데이터 변환이 있을 때마다 즉각적인 피드백이 가능하며 데이터의 호환성이 확대되고 솔루션 간 변환 단계가 감소하거나 없어질 수 있게 된다. 제품의 설계에서 생산, 판매, 보수에 이르는 전 주기에 대한 정보의 표현이 가능하며, 수명 주기가 긴 제품에 대해 정보의 변경이 설계에 반영되어 일관적으로 관리가 가능하다. 한편, 군 기관망의 보안 특성을 고려하여 방위 산업체에서 요청된 데이터는 FTP 서버를 통한 완충 지역을 거쳐 처리될 수 있다.

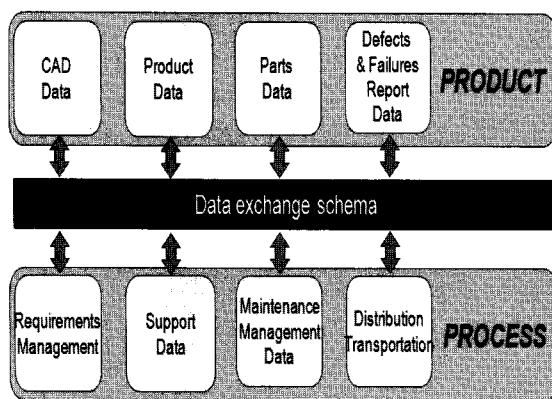
#### 3.2.2 PLCS 기반 데이터 교환

모의기반 획득 활동은 생애 주기 전반에 걸쳐 관리되어야 하기 때문에 무기체계에 대한 기술적인 정보는 요구측면(As Required), 디자인 측면(As Designed), 제조 측면(As Built), 유지/보수 측면(As Maintained) 등의 서로 다른 뷰(view)에서 기술되어야 하며 전체 뷰에 대한 통합이 이루어져야 한다. 또한 이종의 솔루션들과 통합 레파지토리 구축을 통한 데이터 교환 등의 이슈들이 해결되어야 하며, 이를 위해 PLCS 표준이 사용될 수 있다.

PLCS(ISO 10303-AP239) 표준은 제품 모델의 전 수명 주기에 걸쳐 제품 정보에 대한 공유와 교환을 목적으로 하는 응용 프로토콜(Application Protocol : AP)을 정의한다[3]. 또한 제품 지원 단계에서 필요한 기술적인 정보의 품질과 접근 가능성을 개선함으로써 제품의 가용성을 증대하기 위한 표준안으로 적용 범위는 다음과 같다[5].

- 복잡제품 및 지원솔루션을 정의하기 위한 정보
- 복잡제품의 유지관리를 위해 요구되는 정보
- 제품 및 지원솔루션의 수명주기 동안의 구성변경 관리를 위해 요구되는 정보
- 수명 주기 동안의 제품 및 제품 조립에 대한 표현
- 제품을 위한 활동에 대한 명세 및 계획
- 제품의 이력 및 활동 이력 표현

이러한 PLCS 표준을 이용한 통합협업환경 구축을 통해 통합 레파지토리 기반 협업 시스템의 구현이 가능하고 정보통합 관리를 효율적으로 할 수 있다. <그림 6>은 PLCS 스키마를 통하여 생애주기 동안에 발생되는 다양한 정보들이 별도의 변환 과정 없이 교환 및 공유되는 방법을 나타



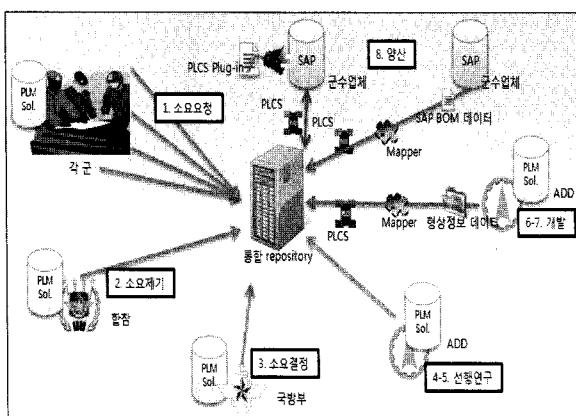
&lt;그림 6&gt; PLCS 데이터 교환 스키마

낸다. 즉, 무기 체계의 설계, 제조, 부품 등의 제품과 관련된 데이터 및 운영상태, 사용방법 등의 작업 활동에 관한 정보들의 통합이 이루어지고 각 단계별 이종 솔루션 간 데이터 교환이 가능하다. 따라서 통합협업환경의 상호운용성과 활용성을 증진시킬 수 있다.

### 3.2.3 통합협업환경 운용 개념

제안된 SBA 통합협업환경 아키텍처에서 상호운용성을 고려한 운용 개념은 <그림 7>과 같이 표현될 수 있다. <그림 7>은 PLCS 기반의 통합협업환경을 통한 모의기 간획득 과정을 도식화한 것으로서 전체 획득 프로세스는 통합 레파지토리를 중심으로 PLCS 기반의 표준화된 데이터를 주고 받으며 진행된다. 이를 통한 운용개념은 다음과 같다.

- 1) 소요요청 : 각 군에서 소요요청을 소요제기 기관에 요청한다.
- 2) 소요제기 : 소요요청기관에 요청한 소요에 대하여 일정한 절차를 거쳐 심의, 조정한 소요를 기획하여 소요결정기관에 제출 및 보고한다.



&lt;그림 7&gt; SBA 통합협업환경 운용 개념

- 3) 소요결정 : 제기된 소요를 검토하여 소요결정기관에서 승인한다.

- 4-5) 선행연구 : 전력화시기, 소요량, 기술 수준, 연구 개발 당위성 등이 연구되며, 선행연구계획서, 획득 방안 개발, 사업추진 기본전략 등의 정보가 통합 레파지토리에 저장된다.
- 6-7) 개발 : 탐색개발을 거쳐 체계 개발을 실시하며, 개발 과정동안 산출되는 다양한 정보들은 PLCS 표준 스키마에 의해 통합, 저장, 공유된다.
- 8) 양산 : 개발과정을 통해 생성된 정보를 기반으로 제조 데이터를 통합하며 각 군수업체의 이종 간 솔루션에 플러그인 뷰어를 통해 자료의 열람을 용이하게 한다. 경우에 따라 설계 변경 관리가 이루어지고 변경된 정보는 실시간으로 피드백 (feedback)된다.

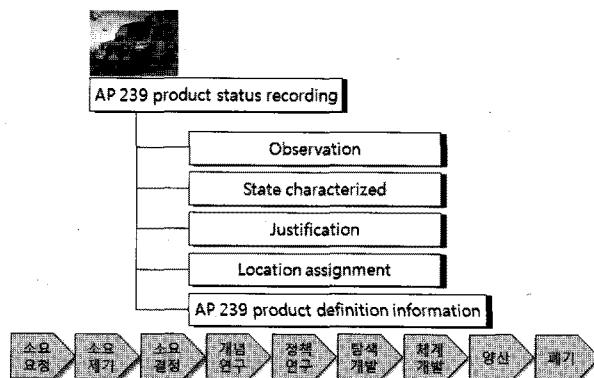
## 4. 통합협업환경 PLCS 기반 데이터 표현 및 운용 방안

본 장에서는 제안된 SBA 통합협업환경 아키텍처에 기반한 통합협업환경 운용 개념을 군수용 자동차 획득 분야에 적용하고자 할 때 PLCS 기반 데이터 표현 방법을 설명하고자 한다. 적용 대상의 구체적인 내용은 다음과 같다.

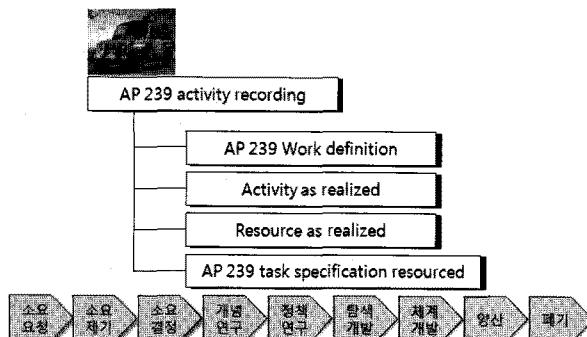
- 시나리오 대상군 : 대한민국 육군
- 시나리오 대상 분야 : 대한민국 육군 전술, 전투 지원 및 관리
- 시나리오 대상 군수 물품 : 육군 군용 레토나(K131)

먼저 통합협업환경 내의 군수용 자동차 관련 정보들은 PLCS 스키마를 통하여 상태 정보와 활동/프로세스 정보로 나누어 표현되어 교환 및 공유 작업이 이루어진다[2]. <그림 8>은 PLCS 응용 모듈(Application Module : AM)을 사용하여 군수용 자동차의 상태를 표현한 모델이다. “AP239 product definition information” 모듈을 통해 자동차 자체에 관한 데이터를 표현하고 “State characterized” 모듈을 통해 자동차의 상태를 어떻게 표현할 것인지 저장하게 된다. “Location assignment” 모듈은 제품의 위치를 기록하는 모듈이며 “Observation” 모듈과 “Justification” 모듈을 통해 자동차의 고장 상황을 기록하고 발생 원인을 기록하게 된다.

PLCS를 이용한 군수용 자동차와 관련된 활동 및 프로세스 정보에 관한 모델은 <그림 9>와 같다. “AP 239 work definition” 모듈과 “Activity as realized” 모듈을 통해 자동차의 고장



&lt;그림 8&gt; 무기체계 상태정보 표현 예



&lt;그림 9&gt; 무기체계 활동/프로세스 표현 예

이 발생했을 때의 대처 활동에 대한 프로세스 모델을 저장하고 활동 관련 정보를 저장한다. 또한 “AP 239 task specification resourced” 모듈과 “resource as realized” 모듈을 통해 이러한 활동과 소요되는 자원들 간의 관계를 저장한다.

이러한 PLCS 기반 데이터는 통합레파지토리에 저장되며 PLM 기반 관리 도구를 통해 군수용 자동차의 소요단계에서 개발, 양산, 폐기에 이르는 무기 체계의 전체 수명 주기에 걸친 정보가 관리될 수 있다. 이 때, 기존 국방획득체계에서 각 기관이 담당하고 있던 저장소를 통합하고 Web 기반의 공개형 구조를 택함으로써 각 기관에서 사용하는 PLM 솔루션과의 통합 연계가 가능하며 복잡한 절차를 거칠 필요 없이 데이터에 접근할 수 있다.

이러한 PLCS와 PLM을 기반으로 한 통합협업환경 구축을 통하여 군수용 자동차의 전 생애주기에 걸친 정보뿐만 아니라 자동차 획득을 위한 M&S 도구와 데이터 관리 도구, 획득 업무 프로세스에 대한 통합적인 관리가 가능하다.

## 5. 결 론

현재 운용되고 있는 국방획득 체계는 각 기관별로 다른 저장소를 보유하고 있으며 정보공유를 위한 데이터 표준 사용이 미흡할 뿐 아니라, 기관 별 협업이 제대로 이루어지지 않고 있기 때문에 획득 절차가 복잡해지고 불필요한 시간이 낭비되고 있다. 본 논문에서는 이러한 체계의 문제점을 보완하기 위해 선진국 통합협업환경 사례인 FALCON과 SIMBASE 프로젝트를 고찰하여 국내에 적용할 수 있는 방안으로서 국내 통합협업환경 아키텍처 설계 및 운용 방안을 제안하였다.

이를 통해 기존의 데이터 변환단계 및 데이터 공유에 관한 시간, 비용을 절감하고, 각 군의 소요요청 자료를 통합 저장소에 공유함으로써 공통되는 무기체계 및 군수 활용의 극대화를 통한 데이터의 재사용성을 높여 효율적인 국방획득 체계를 확립할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 정의석; “상호운용성 확보를 위한 지식정보 표준화 동향”, ITFIND 주간기술동향 제1230호, 2006.
- [2] 한순홍 외; “제품정보모델의 교환 및 활용 방안에 관한 연구”, 한국전산원 위탁 연구과제, 2003.
- [3] ISO 10303-239 Product Life-cycle support, 2005.
- [4] John J. McEleney; “PDM 대 PLM,” CAD and Graphics, 2006.
- [5] KS 산업 자동화 시스템 및 통합-제품 데이터 표현 및 교환 -제239부 : 응용 프로토콜 : 제품수명주기 지원(KS B ISO 10303-239 : 2007).
- [6] Lutz, R. et al.; “An architecture for simulation based acquisition,” In Proceedings of the 1999 Spring Simulation Interoperability Workshop, 354-355, 1999.
- [7] Raj Iyer; “FALCON Pilot : Applying Open Standards for PLM Systems Interoperability,” 2007.
- [8] SIMBASE project 소개, “<http://www.simbase.info/>,” 2010. 04. 22.
- [9] “Simulation-Based Acquisition(SBA)-Overview,” 국방과학연구소, 2007.
- [10] U. S. Department of Defense; “DoD Architecture Framework Version 1.0,” DoD Architecture Framework WorkGroup, 2003.
- [11] WISEMAN 시스템 구성 및 적용사례; “<http://www.phodium.net/sub03/01.php>,” 2010.