

시물레이션 기반 함정 설계와 정보 관리를 위한 프로세스 및 프레임워크 연구

이혜진
고려대학교 컴퓨터 정보통신 대학원
e-mail : rheso@nate.com

A Study on the process and frameworks Supporting Simulation-based Naval-ship design and information management

Hye-Jin Lee
Graduate School of Computer & Information Technology, Korea Univ.

요 약

지금까지 제조업에서는 CAx(CAD, CAE, CAM) 시스템을 중심으로 설계와 생산의 효율성 증대를 이뤄왔다. 최근에는 제품을 중심으로 PLM(Product Lifecycle Management), 디지털 매뉴팩처링(Digital Manufacturing) 등의 개념을 도입하고 있으며, 이를 기반으로 설계와 생산의 효율성 증대뿐만 아니라, 디지털 제품을 중심으로 하는 제품 개발환경 구축을 통해 제조업의 불변과제 해결과 경쟁력 확보를 위해 노력하고 있다. 본 논문에서는 함정 설계와 정보 관리를 위한 프로세스 및 프레임워크 연구를 수행한다. 그리고 함정 획득에 SBA 개념을 적용하기 위한 인프라스트럭처에 대해 연구를 수행한다. 객체지향 개발방법론의 요구사항 분석법에 기반을 둔 SBA(Simulation-Based Acquisition) 프레임워크 정의 방법론을 정립하고 이를 바탕으로 3 차원 함정제품모델 중심의 획득업무 분석을 통해 SBA-NS 아키텍처와 함정제품정보(NSPI : Naval Ship Product Information) 참조모델을 정의하고자 한다.

1. 서론

생산비용 절감, 설계기간 단축, 품질 향상 그리고 작업자 환경 개선을 통한 안전 개선과 신속한 소비자 요구 대응 등 이러한 주제들은, 제조업의 불변 과제이자 경쟁력 확보를 위해 반드시 해결해야 할 과제이다. 이를 위해 CAx(CAD, CAE, CAM 등) 시스템 도입과 더 나아가 제품데이터관리(PDM : Product Data Management), PLM(Product Lifecycle Management) 등의 개념에 기반을 둔 디지털 매뉴팩처링(Digital Manufacturing)의 도입까지 공학과 IT(Information Technology)기술로써 이 불변의 과제들을 해결하기 위해 제조업체들은 부단히 노력하고 있다.

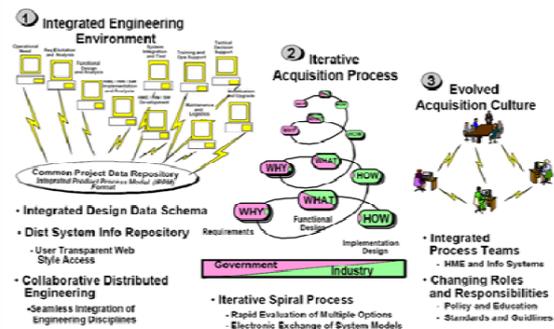
한편 함정의 제품과 개발 프로세스의 특성을 보완하기 위한 개발환경 개선에 대한 연구가 선진 해군을 중심으로 지속적으로 수행되어 오고 있다. 하지만 국내의 경우 PLM, 디지털 가상 생산, DMU 등의 요소기술을 중심으로 함정 획득 프로세스에 지속적으로 적용하고 있는 단계이다.

따라서 한국적 여건에 부합하는 시물레이션 기반 함정 획득(SBA-NS : Simulation-Based Acquisition for Naval Ships) 환경을 구축하기 위해서는, 함정의 제품적 특성과 개발 프로세스의 특성을 반영하여 SBA 개념을 정립해야

하며, 이를 바탕으로 시물레이션 요소기술의 적용을 통해 개선된 함정 획득 협업 환경을 구축해야 한다.

본 연구에서는 함정 획득에 SBA 개념을 적용하기 위한 인프라스트럭처에 대해 연구를 수행한다. 객체지향 개발 방법론의 요구사항 분석법에 기반을 둔 SBA 프레임워크 정의 방법론을 정립하고 이를 바탕으로 3 차원 함정제품모델 중심의 획득업무 분석을 통해 SBA-NS 아키텍처와 함정제품정보(NSPI : Naval Ship Product Information) 참조모델을 정의하고자 한다.

2. 시물레이션 기반 함정 설계 프레임워크

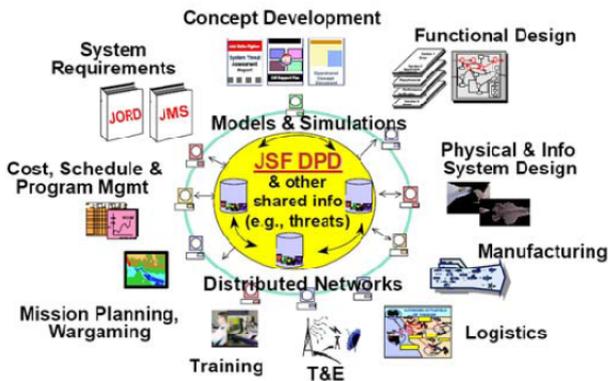


(그림 1) Simulation-Based Acquisition

SBA를 위한 프레임워크란, 무기체계 획득의 효과적인 지원을 위해 협업 환경을 제공하고, 수명 주기에 걸쳐 시물레이션 기반 획득을 지원하기 위한 정보체계이며, SBA 개념을 무기체계 획득에 적용하기 위해서는 무기체계를 디지털 제품정보로 표현하기 위한 연구와 이를 기반으로 획득프로세스를 지원하기 위한 협업 환경 프레임워크에 대한 연구가 이뤄져야 한다.

시물레이션 기반 획득(SBA)은 기존의 획득 관리와 크게 3가지 개념적인 특징이 있다. 획득프로세스, 개발환경 그리고 문화의 변화가 그것이다. (그림 1)

획득프로세스의 특징은 시스템엔지니어링을 이용하여 동시공학(CE : Concurrent Engineering)을 실현하는 체계화된 업무 수행을 추구하는 것이며, 개발환경의 특징은 엔지니어링 및 프로젝트 데이터를 통합하여 공유 및 재사용성을 추구하는 것이다.



(그림 2) Hub of the IPPD process

(그림 2) 는 SBA 개념이 적용된 미 국방성 프로젝트인 JSF(Joint Strike Fighter)의 획득프로세스 개선 개념을 보이고 있다. M&S 를 JSF 전 획득프로세스에 걸쳐 활용하는 것이 핵심이며, JSF 개발과 관련된 모든 정보를 공유, 활용함으로써 소요기획부터 전력화 단계까지 IPPD (Integrated Product and Process Development)(DoD 1998) 활동을 지원한다는 개념이다.

본 연구에서는 앞서 언급하였듯이, 합정획득을 효과적으로 지원하기 위한 협업 환경을 구현하기 위해 PLM 개념을 적용하였으며, 이를 위한 아키텍처와 합정제품정보(NSPI) 참조모델을 정의한다.

SBA-NS 아키텍처는 합정획득 협업 환경 구축을 위한 프레임워크의 아키텍처 제공하며, NSPI 참조모델은 협업 환경 내에서 실제 합정을 디지털 합정으로 표현하기 위한 정보 스키마를 제공한다.

3. PLM 프레임워크 정의 방법론

3.1 프레임워크 정의 방법론 개요

SBA-NS 아키텍처와 합정제품정보(NSPI)를 정의하기 위하여 본 연구에서 3 차원 제품정보를 기반으로 합정을 획득하기 위한 요구사항을 수집하고, 제한한 정립 프로세스를 이용하여 업무분석을 수행하였다. 아키텍처 정립 프

로세스는 업무분석, 시스템 설계, 구현 및 테스트 등 전반적으로 합정제품정보 관리시스템 구축방법론(Kim 2008)을 기반으로 하고 있으며, 아키텍처 정의 프로세스는 미 국방성의 아키텍처 정립프로세스 개념(DoD2007)을 참조하여 정의하였다.

한편, 요구사항 분석 결과를 바탕으로 SBA-NS 아키텍처와 NSPI 의 참조모델 정의를 위한 프로세스를 별도로 정의하였으며, 이는 미 국방성 Architecture Framework (DoD 2007) 의 아키텍처 3-뷰 개념과 SBA 분산제품기술서(DPD) 개념을 적용하여 정립하였다. 이렇게 정의된 SBA-NS 아키텍처와 NSPI 참조모델을 기반으로, 요구사항 분석 결과를 반영하여 시물레이션 기반 합정획득을 위한 시스템을 구현한다.

3.2 SBA-NS 아키텍처 정의 프로세스

SBA-NS 아키텍처 정립 프로세스는 앞서 언급하였듯이, DoD Architecture Framework 의 아키텍처 3-뷰 개념을 기본으로 한다. 기능요구사항(functional requirement)을 바탕으로 합정제품모델 관리시스템의 전체적인 운용 개념을 정의할 수 있으며, 이를 통해 시스템 운용상의 개략적인 구성요소를 도출할 수 있다. 품질요구사항(quality requirement)은 합정제품모델 관리시스템이 운영되는 데 필요한 데이터와 서비스의 품질과 관련된 항목들이기 때문에 이를 정리하면 자연스럽게 기술표준 아키텍처를 정의할 수 있다. 이렇게 정의된 운용 아키텍처를 구체화하기 위한 시스템 아키텍처 즉, 운용개념을 구체화하기 위하여 기능요구사항을 만족시키기 위한 시스템 아키텍처가 시스템/서비스 아키텍처가 된다.

3.3 NSPI 참조모델 정의 프로세스

NSPI 참조모델을 정의하기 위해서는 디지털 합정을 구성하고 있는 정보 구성요소를 정의해야 한다. 본 연구에서는 이를 위해 시물레이션 기반 획득을 위한 협업 환경 시스템 아키텍처 참조모델(CERSA : Collaborative Environment Reference Systems Architecture) 개념을 적용하였으며, 합정제품정보의 구성요소를 (표 1)과 같이 정의하였다. 리소스는 디지털 합정을 표현하고 있는 구성요소이며, 인프라스트럭처는 리소스를 유지 및 관리하는 구성요소이다.

| Components for the Representation of Product Information | | |
|--|----------|---------------|
| Product Description | Resource | Product Shape |
| | | Product Data |
| | | Process Data |
| Infrastructure | | |

(표 1) Components of naval ship product information

업무분석 프로세스의 결과인 유스케이스 리스트와 품질요구사항 리스트를 바탕으로 NSPI 구성요소를 정의한다. 업무분석 프로세스의 결과 중 기능요구사항 분석결과를

제품정보(product-centric information), 제품정보 활용기능(data-control function), 제품정보 관리기능(data-management function)으로 분류 하였다. 그리고 각각의 유스케이스로부터 도출한 정보를 나열하고, 제품정보와 매핑하여 NSPI 참조모델의 구성요소를 정의하였다. (그림 3은) 업무분석 결과로부터 NSPI 참조모델을 정의하는 과정을 정리하여 보이고 있다.

| Results of Functional Requirements Analysis | Classifications of Information | Components of Product Description | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Use-Case Packages | Product-Centric Information | Resource | Product Shape |
| | Data-Control Function | | Product Data |
| | Data-Management Function | | Process Data |
| | | | Infrastructure |

(그림 3) Definition process of the reference model of NSPI

4. SBA-NS 아키텍처와 NSPI 참조모델 정의

4.1 요구사항 분석

To-Be 시스템의 프레임워크를 정의하기에 앞서 분석하고자 하는 업무와 시스템의 적용 범위를 다음과 같이 정의하였으며, 이 기준에 따라 업무 파악을 위한 요구사항을 수집하였다.

- 함정의 수명주기에 걸친 획득 데이터의 관리와 활용
 - 함정 제품모델 중심의 획득 데이터 DB 구축
 - 신규 함정 개발을 위한 함정제품모델 기반의 M&S 지원
- 수집한 요구사항을 정제한 결과 핵심기능 요구사항(CFR) 89 개 항목, 사용자 기능 요구사항(UFR) 17 개 항목으로 정리하였으며, 이를 다시 정제하여 기능요구사항 11 개 패키지 78 개 항목과 품질요구사항 14 개 항목으로 정의하였다.

4.2 시스템/서비스 아키텍처 정의

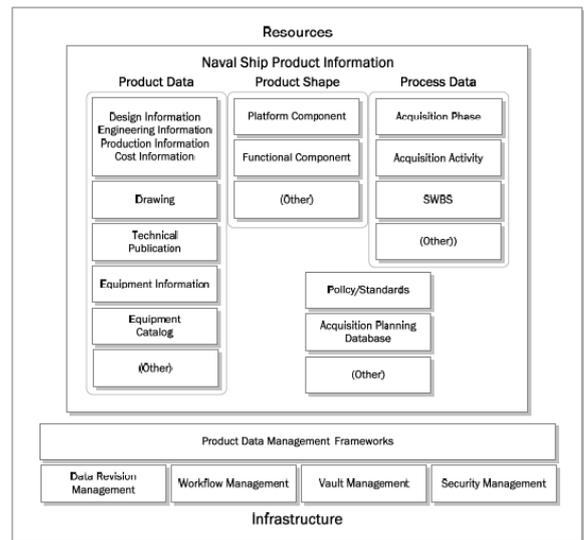
업무분석 프로세스 결과에 아키텍처 3-뷰 개념을 적용하여 SBA-NS 아키텍처를 정의하였다. 본 논문에서는 지면상의 제약으로 SBA-NS 아키텍처 중 시스템/서비스 아키텍처 정의 과정과 결과에 대해서 기술하였다. 업무분석 결과의 그룹인 유스케이스 패키지를 제품정보, 제품정보 활용기능, 제품정보 관리기능 3 가지로 분류한다. 이렇게 정리한 결과를 SBA 최상위 시스템 뷰 구성요소(Kean et al. 2000)와 매핑함으로써 시스템/서비스 아키텍처를 정의하였다. SBA 시스템/서비스 아키텍처의 구성 요소는 크게 분산제품기술서(DPD : Distributed Product Description), 협업 환경(CE : Collaborative Environment) 그리고 관련 기관의 자료저장소(DoD/Industry Resource Repository)로 구성되어 있다. 제품정보와 관련된 유스케이스 패키지는 리소스와, 제품정보를 활용하는 기능은 협업 환경으로, 제품정보를 관리하는 기능은 인프라스트럭처와 연관 지을 수 있다. 이를 다시 시스템 뷰 구성요소 중심으로 정리하여 최종적으로 시스템/서비스 아키텍처를 정의하였다. SBA-NS 시스템/서비스 아키텍처는 크게 함정제품정보(NSPI : Naval Ship Product Information), 함정획득 협업

환경(NSACE : Naval Ship Acquisition Collaborative Environment), 유관기관 및 조선소 자원저장소(MND/SRR : Ministry of National Defense/Shipyard Resource Repository) 로 구성되어 있다. 함정제품정보는 함정의 제품기술서이다. 통합제품팀 IPT 는 함정획득 협업 환경 기반에서 함정제품정보를 활용하여 함정 개발 업무를 수행한다. 유관기관 및 조선소도 함정획득 협업 환경을 이용하여 함정제품정보를 활용하여 건조업무를 수행하며, 설계와 건조 데이터 등 획득 데이터를 인도(delivery) 한다.

4.3 NSPI 참조모델 정의

업무분석 프로세스 결과인 유스케이스 기술 항목으로부터 구체적인 정보를 도출하여 함정제품정보의 구성요소에 매핑함으로써 NSPI 참조모델을 정의하였다.

리소스와 관련된 기능요구사항에서 제품정보를 도출하고 이를 NSPI 구성요소와 매핑한다. 인프라스트럭처와 관련된 기능요구사항은 추후에 함정제품정보를 활용하기 위한 시스템 소프트웨어 설계에 반영한다.



(그림 4) Reference model of naval ship product information

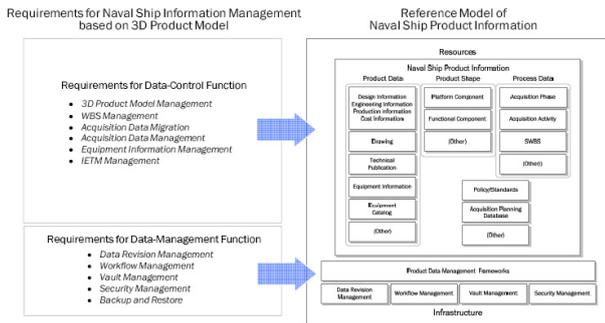
(그림4)는 이 과정을 통해 정의한 NSPI 의 참조모델을 보이고 있다. 이렇게 정의한 구성요소에 실제 데이터를 반영함으로써 디지털 함정을 구축할 수 있다.

NSPI 참조모델은 디지털 함정을 표현하고 있는 리소스와 이를 유지 관리하는 인프라스트럭처로 구성되어 있으며, 효과적인 시뮬레이션과 리소스 관리를 위해 재사용성과 유연성을 강조한 함정의 제품기술 참조모델이다. 즉, 실제 데이터를 기반으로 구축된 함정 제품모델의 추상적인 표현이며 이를 바탕으로 실제 데이터를 적용함으로써 함정제품모델을 구축한다.

5. PLM 프레임워크의 적용

5.1 소프트웨어 설계

NSPI 참조모델은 디지털 함정을 표현하고 있는 리소스와 리소스를 유지 관리하는 인프라스트럭처로 구성되어 있다. 즉, 함정제품정보를 표현하고 이를 유지 관리하기 위한 정보와 기능의 추상적인 정보모델이다. 업무분석 결과 중 제품정보(product-centric information)를 NSPI 참조모델에 적용함으로써 협업 환경에서 사용된 함정제품모델을 정의할 수 있다면, 제품정보 활용기능(datacontrol function), 제품정보 관리기능(datamanagement function)을 참조모델에 적용함으로써 함정제품모델을 활용하고 관리하기 위한 시스템의 소프트웨어를 설계할 수 있다. (그림 5)



(그림5) Software design concept for the naval ship acquisition collaborative environment

6. 결론

본 연구에서는 SBA 개념을 함정 획득에 적용하기 위한 프레임워크에 대한 연구를 수행하였다. 프레임워크 개발을 위한 방법론을 제안하였으며 이를 적용하여, 한국 해군의 실정에 맞는 개선된 함정 획득 프레임워크를 정의하였다. 본 연구를 통해 얻은 결론을 정리하면 다음과 같다.

- 함정 수명주기에 걸쳐 시뮬레이션 기반 획득을 지원하기 위한 SBA-NS 프레임워크 개념을 정의하였다.
- 프레임워크 정의를 위한 방법론을 정립하였으며, 객체지향개발방법론의 요구사항 분석법을 활용함으로써, 요구사항이 프레임워크 설계에 체계적으로 반영되도록 하였다.
- 협업 환경 내에서 함정제품정보의 활용을 위한 NSPI 참조모델을 정의하였다.
- 제안한 방법론을 적용하여 한국 해군의 실정에 맞는 협업 환경 프레임워크를 설계하였다.

본 연구에서 제안한 시뮬레이션 기반 함정 획득 아키텍처와 함정제품정보 참조모델 개념을 함정개발 협업 환경(collaborative environment) 구축의 초석으로 삼고, 이를 기반으로 우리 환경에 맞는 IPPD(Integrated Product and Process Development) 적용과 획득프로세스 개선 과정을 병행한다면 효과적인 시뮬레이션 기반 함정 획득 환경구축이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 국방과학연구소. “무기체계 획득을 위한 Simulation-based Acquisition 개념 발전방향.” 2007.
- [2] 김용균. “함정 설계의 제품정보 관리시스템을 구축하기 위한 방법론.” 서울대학교, 2008.
- [3] 방위사업청. “조함정보체계 개발 사업 소프트웨어 사용자 지침서(설계지원체계).” 방위사업청, 2008.
- [4] 윤석준. “SBA 추진을 위한 국방 M&S 핵심기술.” “정보과학회지.” 2007.
- [5] 이창민, 이한진, 황호진, 문두환. “해군 무기체계 획득 지원을 위한 M&S 기반의 공학 개발 체계 개념 연구.” “한국 CAD/CAM 학회 학술발표회.” 2007.
- [6] DoD(Department of Defense), 1998, Integrated Product and Process Development Handbook, Office Of The Under Secretary of Defense, U.S..
- [7] Kim, Y.G., 2008, A Methodology for the development of product information management system of naval-ship design, Ph.D. Dissertation, Seoul National University.