

## PLM 기반 함정획득을 위한 프레임워크 개발 방법론

신종계\*, 오대균†\*

서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소\*

Framework for an Advanced Naval Ships Acquisition based on PLM

Jong-Gye Shin\* and Dae-Kyun Oh†\*

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, and Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul National University\*

### Abstract

As naval ships become more complex with the reduced cost and time for their development, modeling and simulation are increasingly used. The US navy has being applied the concept of a simulation-based acquisition(SBA) to their acquisition process. However, there have been few studies on a simulation-based acquisition for naval ships (SBA-NS) in the Korean naval shipbuilding. In this paper, we discuss a framework to establish collaborative environment(CE) for an advanced naval ships acquisition based on PLM. For this, we propose architectures and a naval ship information model for design the framework of the SBA-NS. To design the framework, we develop the methodology that is composed of three major processes that are the requirement analysis process, the SBA-NS architectures design process and the design process of a reference model of a naval ship product information. Applying the methodology, the framework suitable for the Korean Navy context is developed.

※Keywords: Simulation based acquisition(시뮬레이션 기반 획득), Product lifecycle management(제품수명주기관리), Naval ship acquisition(함정획득)

### 1. 서론

함정은 상선의 특성을 갖고 있으면서 동시에 무기체계로서의 특성도 갖고 있다. 공학적으로 상선

의 일반적인 성능과 무기체계로서의 특수한 성능 요구조건을 만족해야 하기 때문이다. 무기체계로서의 함정은 타 무기체계와도 몇 가지 큰 차이점을 갖고 있다. 단위무기체계인 항공기, 전차와 달리 함정개발은 장기간의 대규모 프로젝트이며, 함정건조와 탑재 무기체계의 획득을 동시에 진행하여 통합하는 통합시스템의 특징을 갖고 있다.

접수일: 2009년 2월 16일, 승인일: 2009년 4월 7일

†교신저자: dk5@snu.ac.kr, 02-882-3563

함정의 개발 프로세스도 상선의 특성을 갖고 있으면서 동시에 무기체계로서의 특성도 갖고 있다. 단위무기체계의 경우 구매 혹은 연구개발 과정만을 거치지만, 함정의 경우 탑재 무기체계의 구매 및 개발과 함정 건조 프로세스를 동시에 진행한다. 단위무기체계의 경우 연구개발 시에 시제품 개발을 거쳐 양산을 하지만, 함정의 경우 시제품 개발 없이 선도함 및 후속함 건조를 수행한다. 함정의 개발 프로세스를 분석해보면 사업구조가 매우 복잡하고 선도함부터 전력화해야 하는 큰 특징이 있으며, 건조와 함께 운용을 위한 부대창설을 동시에 진행해야 하는 특징도 갖고 있다(RIMSE 2007).

이러한 무기체계의 특성과 외부환경 요인의 변화에 따라 무기체계 개발환경 또한 변화하고 있다. 과거에는 무기체계의 성능 중심의 개발환경 이었다면, 이제는 무기체계의 능력(capability) 중심의 개발환경으로 변화하고 있다. 미래의 전장운용 개념이 디지털화 되어가고 있고, 전투요소들 간의 통합성이 중시되는 NCW(Network Centric Warfare) 개념이 도입되면서 무기체계 또한 이에 부합하는 SoS(System of Systems)로 진화하고 있다. 또한 냉전 종식 이후 국방예산의 감소와 국지전 및 테러의 위험 증가 그리고 IT 기술의 비약적인 발전 등 외부 환경의 요인도 무기체계 개발환경의 진화를 가속화하고 있다. 80 년대를 전후하여 SE(Systems Engineering), SBD(Simulation-Based Design) 등의 개념 도입을 통해 이전보다 체계적이고 효과적으로 개발 프로세스를 개선하였으며, 90 년대 이후에는 IT 의 급속한 발전과 함께 무기체계 개발 프로세스에 PLM, M&S 기술의 적용이 본격화되면서 최근에는 시뮬레이션 기반 획득(SBA : Simulation-Based Acquisition) 개념을 무기체계 개발환경에 적용하고 있다.

한편 함정의 제품(product)과 개발 프로세스(process)의 특성을 보완하기 위한 개발환경 개선에 대한 연구가 선진 해군을 중심으로 수행되어 오고 있다.

미 해군의 차세대 구축함 DD21 은 PLM 개념 기반의 환경에서 개발되었다(Rangan et al. 2005). Chadha(1998)는 DD21 개발에 있어 서로 다른

PLM 솔루션 간의 인터페이스를 통합하기 위한 연합아키텍처(federated architecture)에 대해 연구하였다.

Lisiewski and Whitman(2000)은 DD21 프로그램에 적용된 새로운 획득 프로그램(acquisition program)에 대한 연구를 수행하였으며, Wetteland et al.(2000)는 DD21 의 운용 시나리오 검증을 위한 휴먼 시뮬레이션(human simulation) 적용에 관한 연구를 수행하였다.

미 해군의 차세대 공격용 핵잠수함인 Virginia 클래스 개발에도 PLM 개념이 적용되었다. 미 해군과 공동건조자 NNS(Newport News Shipbuilding) 그리고 주 계약자인 EB(Electric Boat) 사가 서로 다른 솔루션을 사용하였지만, 3 차원 제품모델(product model) 기반의 협업환경을 구축하여 이를 극복하였으며, 전 획득프로세스에 걸쳐 M&S 를 활용함으로써 큰 성과를 얻었다고 보고되었다(Song 2006).

미 해군의 차세대 상륙작전용 함정인 LPD 17 은 IPDE(Integrated Product Data Environment) 환경에서 개발되었다(Fireman 1998). 전 획득프로세스에 걸쳐 동시공학(CE : Concurrent Engineering)을 실현하기 위해 Intergraph 사의 PLM 솔루션을 이용하였으며, 이를 통해 큰 성과를 얻었다고 보고되었다(Baum et al. 1999).

국내의 경우 시뮬레이션 기술을 함정 개발에 적용하기 위해 연구소, 학교, 해군 그리고 방위사업청 을 중심으로 노력하고 있다.

RIMSE(2003)는 3 차원 함정모델을 중심으로 하는 PLM 솔루션 기반의 조항정보관리 시범체계를 구축하였다. Lee et al.(2004)는 함정 디지털 목업(DMU : Digital Mock-Up)을 활용하여 함정 개발 평가에 관한 연구를 수행하였으며, Jung et al.(2005)과 Oh et al.(2007)는 한국형 IPDE 개념 정립을 위한 연구를 수행하였다.

국방 선진국의 경우 앞서 언급한 것과 같이 효과적인 획득관리를 위한 프로세스 개선과 이를 뒷받침하는 협업환경 구축을 동시에 진행하고 있다. 또한 이를 체계적으로 진행하기 위해 아키텍처를 정의하고 함정 무기체계의 특성에 맞게 구체화 해

가고 있다. 하지만 국내의 경우 PLM, 디지털 가상 생산, DMU 등의 요소기술을 중심으로 함정 획득 프로세스에 적용하고 있는 단계이다.

따라서 한국적 여건에 부합하는 시뮬레이션 기반 함정 획득(SBA-NS: Simulation-Based Acquisition for Naval Ships) 환경을 구축하기 위해서는, 함정의 제품(product)적 특성과 개발 프로세스(process)의 특성을 반영하여 SBA 개념을 정립해야 하며, 이를 바탕으로 시뮬레이션 요소기술의 적용을 통해 개선된 함정획득 협업환경을 구축해야 한다.

본 연구에서는 함정획득에 SBA 개념을 적용하기 위한 인프라스트럭처에 대해 연구를 수행한다. 객체지향 개발방법론의 요구사항 분석법에 기반한 SBA 프레임워크 정의 방법론을 정립하고 이를 바탕으로 3 차원 함정 제품모델 중심의 획득업무 분석을 통해 SBA-NS 아키텍처와 함정 제품정보(NSPI : Naval Ship Product Information) 참조모델을 정의하고자 한다.

## 2. 시뮬레이션 기반 함정 획득

### 2.1 시뮬레이션 기반 무기체계 획득을 위한 프레임워크

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

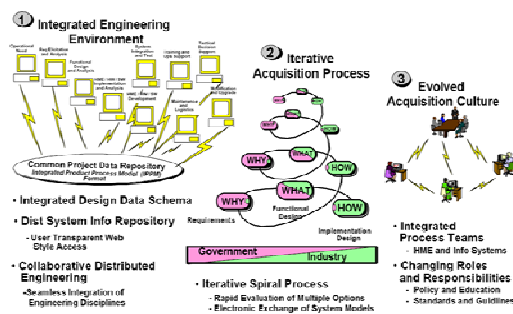


Fig. 1 Simulation-Based Acquisition (Hollenbach 2001)

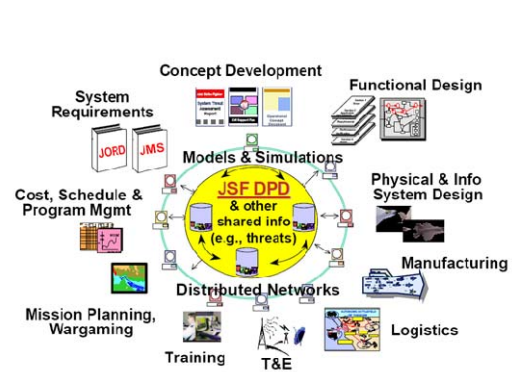


Fig. 2 Hub of the IPPD process (Hollenbach and Hartnett 2000)

획득프로세스의 특징은 시스템엔지니어링을 이용하여 동시공학(CE : Concurrent Engineering)을 실현하는 체계화된 업무 수행을 추구하는 것이며, 개발환경의 특징은 엔지니어링 및 프로젝트 데이터를 통합하여 공유(shareability) 및 재사용성(reusability)을 추구하는 것이다. 이는 무기체계 개발에 참여하는 모든 관련자들이 네트워크 기반에서 무기체계의 수명주기에 걸쳐 관련 정보를 활용하는 것을 의미한다. 문화적 변화의 특징은 시스템엔지니어링과 이를 지원하는 협업환경(collaborative environment)에서 무기체계 개발 프로세스를 진행하기 위하여, 과거 수직적인 업무 형태를 수평적으로 바꾸어 관련자들을 통합하여 업무를 수행해 나가는 것이며, 이를 통하여 역할(role)과 책임(responsibility)의 문화적 변화를 만들어 가는 것이다.

Fig. 2는 SBA 개념이 적용된 미국방성 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.

이처럼 시뮬레이션 기반 무기체계 획득의 중심에는 디지털 제품정보인 분산 제품기술서(DPD : Distributed Product Description)가 있다

(Hollenbach 2001). 획득프로세스의 중심에 디지털 제품정보가 있으며 이를 바탕으로 하는 협업 개발환경을 통해 획득 문화의 변화를 만들어가는 것이다.

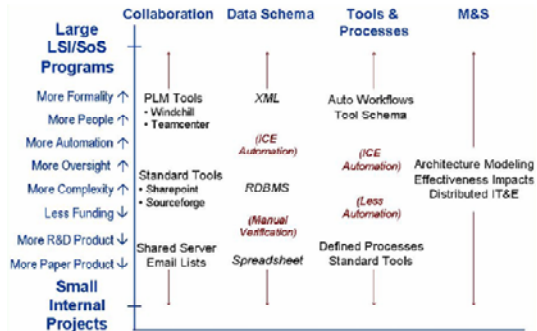


Fig. 3 SBA tailoring options (Michael and Gupta 2005)

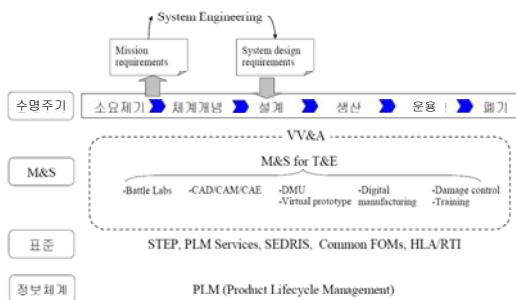


Fig. 4 Development environment for naval ship system acquisition based on M&S(Lee et al. 2007)

SBA 를 위한 프레임워크란, 무기체계 획득의 효과적인 지원을 위해 협업환경을 제공하고, 수명주기에 걸쳐 시뮬레이션 기반 획득을 지원하기 위한 정보체계이며, SBA 개념을 무기체계 획득에 적용하기 위해서는 무기체계를 디지털 제품정보로 표현하기 위한 연구와 이를 기반으로 획득프로세스를 지원하기 위한 협업환경 프레임워크에 대한 연구가 이뤄져야 한다.

Michael and Gupta(2005)는 JSF 개발을 위한 시뮬레이션 기반 획득 협업환경을 구축하는데 있어 최적의 구현 솔루션에 대한 연구를 수행하였으

PLM 기반 함정획득을 위한 프레임워크 개발 방법론

며, 개발하고자 하는 무기체계가 SoS(System of Systems)이며 협업이 많이 필요할 경우 그 구현 프레임워크로 PLM 개념을 택하고 있다(Fig. 3). Lee et al.(2007)는 해군 무기체계 획득을 지원하기 위한 M&S 기반의 공학개발체계 연구에서 함정 획득 지원을 위한 정보체계로서 PLM 개념을 택하고 있다(Fig. 4). 무기체계의 개발에 있어 수명주기에 걸쳐 시뮬레이션을 지원하고 협업환경 구축을 위한 프레임워크로서 PLM 개념을 적용하고 있는 것이다.

2.2 시뮬레이션 기반 함정 획득 프레임워크

전술하였듯이, 디지털 제품정보와 협업환경을 기반으로 획득문화를 변화시켜 가는 것이 시뮬레이션 기반 획득이다. 마찬가지로 함정 획득을 위한 협업환경에서 시뮬레이션을 활용하여 함정을 획득하는 것이 시뮬레이션 기반 함정 획득(SBA-NS)이다. Fig. 5는 시뮬레이션 기반 함정 획득 개념을 간략히 표현하고 있다.

즉, 디지털 함정을 이용하여 시뮬레이션을 활용함으로써 함정의 제품특성을 사전에 해결하고, 디지털 함정 관리시스템을 통하여 개발 프로세스의 특성을 보완하는 것이 SBA-NS 이며, 이를 구체적으로 구현하기 위한 시스템 인프라스트럭처가 SBA-NS 프레임워크이다.

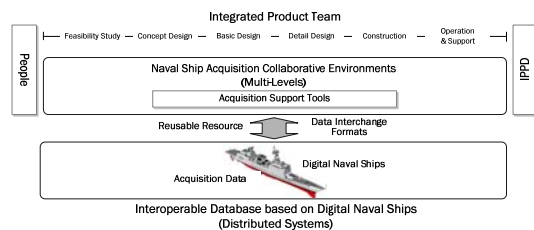


Fig. 5 Concept of the simulation-based acquisition for naval ships

본 연구에서는 앞서 언급하였듯이, 함정획득을 효과적으로 지원하기 위한 협업환경을 구현하기 위해 PLM 개념을 적용하였으며, 이를 위한 아키텍처와 함정 제품정보(NSPI) 참조모델을 정의한다.

SBA-NS 아키텍처는 함정 획득 협업환경 구축을 위한 프레임워크의 아키텍처 제공하며, NSPI 참조 모델은 협업환경 내에서 실제 함정을 디지털 함정으로 표현하기 위한 정보 스키마를 제공한다.

### 3. PLM 프레임워크 정의 방법론

#### 3.1 프레임워크 정의 방법론 개요

SBA-NS 아키텍처와 함정 제품정보(NSPI)를 정의하기 위하여 본 연구에서 3 차원 제품정보를 기반으로 함정을 획득하기 위한 요구사항을 수집하고, 제안한 정립 프로세스를 이용하여 업무분석을 수행하였다. 아키텍처 정립 프로세스는 업무분석, 시스템 설계, 구현 및 테스트 등 전반적으로 함정 제품정보 관리시스템 구축방법론(Kim 2008)을 기반으로 하고 있으며, 아키텍처 정의 프로세스는 미 국방성의 아키텍처 정립프로세스 개념(DoD 2007)를 참조하여 정의하였다.

함정제품정보 관리시스템 구축방법론 3 차원 제품정보 기반의 함정 정보관리시스템을 설계하고 구축하기 위해 특성화된 방법론으로써, MIL-STD-498 과 국방 CBD 방법론에 기초하고 있는, 아키텍처 중심의 유스케이스(Use-case) 주도형 개발 프로세스이다. Fig. 6는 주요 개발 프로세스와 산출물을 보이고 있다. 본 연구에서는 프레임워크 정의를 위하여 함정 제품정보 관리시스템 구축방법론의 요구사항 분석 프로세스를 전반적으로 따르고 있다.

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 개념(Kean et al. 2000)과 SBA 분산제품기술서(DPD)(Hollenbach 2001) 개념을 적용하여 정립하였다. Fig. 7은 SBA-NS 프레임워크 정의를 위한 프로세스를 정리하여 보이고 있다.

이렇게 정의된 SBA-NS 아키텍처와 NSPI 참조 모델을 기반으로, 요구사항 분석 결과를 반영하여 시뮬레이션 기반 함정획득을 위한 시스템을 구현한다.

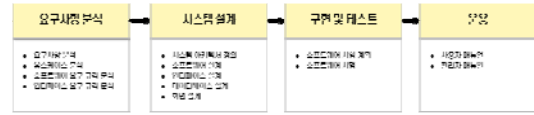


Fig. 6 Configuration of a construction methodology for naval ship information management system implementation(Kim 2008)

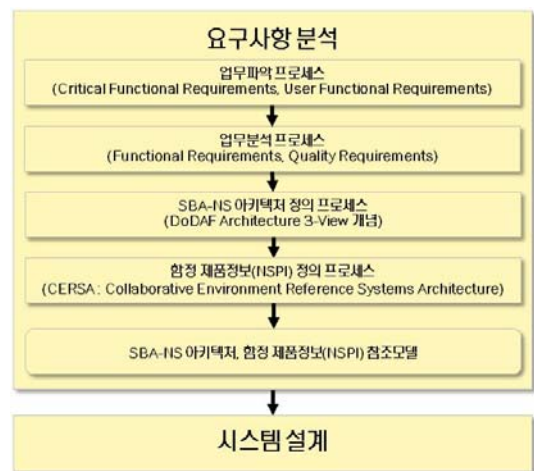


Fig. 7 Development process of the SBA-NS framework

프레임워크 정의를 위한 업무파악/분석 프로세스, 아키텍처 정의 프로세스, NSPI 정의 프로세스에 대한 각각의 설명과 적용 결과는 다음절에서 상세히 기술한다.

#### 3.2 업무 수집(파악)과 분석 프로세스

PLM 프레임워크의 설계를 위해 수집된 요구사항은 크게 핵심기능 요구사항(critical functional requirements)과 사용자 기능 요구사항(user functional requirements)으로 분류한다. 핵심기능 요구사항은 시스템의 주요 기능을 정의하는 데 반영되는 항목이며, 사용자 기능 요구사항은 회의, 인터뷰 등을 통해 추가된 요구사항을 의미한다. 이 두 가지 요구사항 목록은 가변적이다. 요구사항 분석과 정제과정을 거치면서 사용자 기능 요구

사항이 핵심기능 요구사항으로 흡수 혹은 추가되기도 하고 삭제되기도 한다.

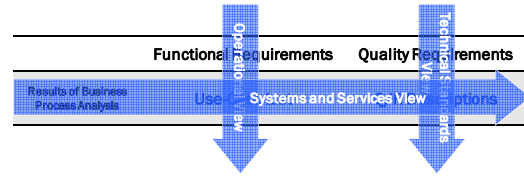
업무파악을 위한 요구사항 분석과 정제를 끝낸 후 유스케이스(use-case) 분석 과정을 수행한다. 유스케이스 분석결과는 크게 기능요구사항(functional requirement)과 품질요구사항(quality requirement)(Jeon 2004)으로 도출되며, 유스케이스 분석과정을 거친 산출물은 SBA-NS 아키텍처 정의에 사용된다. 기능요구사항은 시스템의 주요 기능을 정의하는 근거자료이며, 품질요구사항은 시스템을 서비스 하는데 있어 필요한 기술, 표준 및 규정 사항이다. 예를 들어 CAD 모델의 조립(assembly) 정보 추출, 표준 분류체계 관리 기능 등 함정 제품정보를 다루거나 함정 제품모델 관리 시스템의 기능적인 항목에 해당되는 요구사항은 기능요구사항이고, 제품구조(product structure) 기반으로 함정 제품모델의 형상이 관리되어야 한다거나 구축된 데이터베이스는 웹을 통해 서비스가 가능해야 한다는 요구사항은 품질 요구사항이 된다.

**3.3 SBA-NS 아키텍처 정의 프로세스**

SBA-NS 아키텍처 정립 프로세스는 앞서 언급하였듯이, DoD Architecture Framework의 아키텍처 3-뷰 개념을 기본으로 한다. 아키텍처 3-뷰 개념은 정의하고자 하는 To-Be 시스템의 기본 아키텍처를 정의하는데 매우 유용하며, 미 국방부의 C4ISR 시스템 아키텍처 정의(DoD 2007)와 Joint SBA Task Force(Johnson et al. 1998)의 M&S 지원 시스템 정의에 사용된 바 있다.

아키텍처 3-뷰는 운용 뷰(operational view), 시스템/서비스 뷰(systems and services view), 기술 표준 뷰(technical standards view)로 구성되어 있으며, 업무분석 프로세스 결과를 바탕으로 정의된다. Fig. 8은 업무 분석 프로세스 결과를 바탕으로 SBA-NS 아키텍처를 정의하는 개념을 보이고 있다.

기능요구사항(functional requirement)을 바탕으로 함정 제품모델 관리시스템의 전체적인 운용 개념을 정의할 수 있으며, 이를 통해 시스템 운용상



**Fig. 8** Concept of the definition process of SBA-NS architectures

**Table 1** Components of naval ship product information

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

의 개략적인 구성요소를 도출할 수 있다. 품질요구사항(quality requirement)은 함정 제품모델 관리 시스템이 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.

**3.4 NSPI 참조모델 정의 프로세스**

NSPI 참조모델을 정의하기 위해서는 디지털 함정을 구성하고 있는 정보 구성요소를 정의해야 한다. 본 연구에서는 이를 위해 시뮬레이션 기반 획득을 위한 협업환경 시스템 아키텍처 참조모델(CERSA : Collaborative Environment Reference Systems Architecture) 개념을 적용하였으며, 함정 제품정보의 구성요소를 Table 1과 같이 정의하였다. 리소스는 디지털 함정을 표현하고 있는 구성요소이며, 인프라스트럭처는 리소스를 유지 및 관리하는 구성요소이다.



**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 함정 제품모델 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. Fig. 10(좌)는 기능요구사항 분석 산출물 중 일부 사례이며, Fig. 10(우)는 기능요구사항 분석결과 유스케이스 패키지를 보이고 있다.

**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 결과(Table 2)를 SBA 최상위 시스템 뷰 구성요소(Kean et al. 2000)와 매핑함으로써 시스템/서비스 아키텍처를 정의하였다. SBA 시스템/서비스 아키텍처의 구성요소는 크게 분산제품기술서(DPD : Distributed Product Description), 협업환경(CE : Collaborative Environment) 그리고 관련기관의 자료저장소(DoD/Industry Resource Repository)로 구성되어 있다. 제품정보와 관련된 유스케이스 패키지는 리소스와, 제품정보를 활용하는 기능은 협업환경으로, 제품정보를 관리하는 기능은 인트라스트럭처와 연관 지을 수 있다(Fig. 9 참고). 이를 다시 시스템 뷰 구성요소 중심으로 정리하여 최종적으로 시스템/서비스 아키텍처를 정의하였다. Fig. 11은 SBA-NS 시스템/서비스 아키텍처를 보이고 있다.

SBA-NS 시스템/서비스 아키텍처는 크게 함정 제품정보(NSPI : Naval Ship Product Information), 함정 획득 협업환경(NSACE : Naval Ship Acquisition Collaborative Environment), 유관기관 및 조선소 자원저장소(MND/SRR : Ministry of National Defense/Shipyard Resource Repository)로 구성되어 있다. 함정 제품정보는 함정의 제품 기술서이다. 통합제품팀 IPT 는 함정획득 협업환

**Table 2** Classification of requirements analysis results

Use-case Package	Classification of Information	
3D Product Model Management	Product-Centric Information	Data-Control Function
WBS Management		
Acquisition Data Migration		
Acquisition Data Management		
Equipment Information Management		
IETM Management		
Data Revision Management	Data-Management Function	
Workflow Management		
Vault Management		
Security Management		
Backup and Restore		



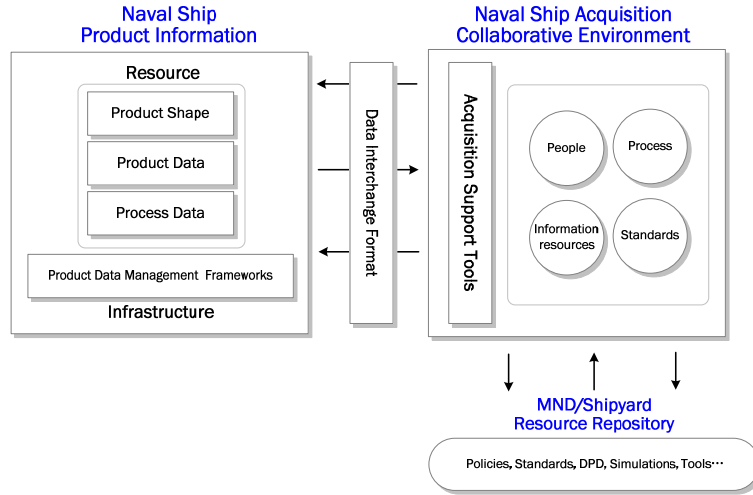


Fig. 11 Systems and services architecture for SBA-NS

경 기반에서 함정 제품정보를 활용하여 함정 개발 업무를 수행한다. 유관기관 및 조선소도 함정획득 협업환경을 이용하여 함정 제품정보를 활용하여 건조업무를 수행하며, 설계와 건조 데이터 등 획득 데이터를 인도(delivery)한다.

관리를 위해 재사용성과 유연성을 강조한 함정의 제품기술 참조모델이다. 즉, 실제 데이터를 기반으로 구축된 함정 제품모델의 추상적인 표현이며 이를 바탕으로 실제 데이터를 적용함으로써 함정 제품모델을 구축한다.

4.3 NSPI 참조모델 정의

업무분석 프로세스 결과인 유스케이스 기술 항목으로부터 구체적인 정보를 도출하여 함정 제품 정보의 구성요소에 매핑함으로써 NSPI 참조모델을 정의하였다(Fig. 9 참고).

리소스와 관련된 기능요구사항에서 제품정보를 도출하고(Table 3 Product-Centric Information) 이를 NSPI 구성요소와 매핑한다(Table 3). 인프라 스트럭처와 관련된 기능요구사항은 추후에 함정 제품정보를 활용하기 위한 시스템 소프트웨어 설계에 반영한다.

Fig. 12는 이 과정을 통해 정의한 NSPI의 참조 모델을 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

5. PLM 프레임워크의 적용

To-Be 시스템의 프레임워크 정의를 위한 업무 분석 결과를 앞서 정의한 SBA-NS 아키텍처와 NSPI 참조모델에 구체적으로 적용함으로써 아키텍처와 제품정보 모델을 구체화할 수 있다. 본 장에서는 함정제품정보 관리시스템 구축방법론의 시스템 설계프로세스에 따라 시스템 아키텍처 설계와 소프트웨어 설계과정(시스템 설계 프로세스)을 수행하였다.

5.1 시스템 아키텍처 설계

SBA-NS 아키텍처 정의 프로세스를 통해 운용, 시스템/서비스 그리고 기술표준 아키텍처를 정의하였다. 이 중 시스템/서비스 아키텍처에 기능요구사항을 적용함으로써 시스템 아키텍처를 도출하였으며(Fig. 13), 이는 현재 함정획득 환경의 물리적인 시스템 상황을 고려하였다. 시스템 아키텍처

Table 3 Components definition of naval ship product information

	Use-Case Package	Product-Centric Information	Product Information
Resource	3D Product Model Management	Assembly Component(CAD Model)	Product Shape
	WBS Management	Acquisition Phase, Acquisition Activity, Ship Work Breakdown Structure	Process Data
	Acquisition Data Migration	Drawings, Design Information, Engineering Information, Production Information, Equipment Information, Cost Information, Technical Publication	Product Data
	Acquisition Data Management	Drawings, Design Information, Engineering Information, Production Information, Equipment Information, Cost Information, Technical Publication	Product Data
	Equipment Information Management	Equipment Product Model, Equipment Information, Equipment Catalog	Product Shape
	IETM Management	Technical Manual	Product Data
Infrastructure	Data Revision Management	Data-Management Function	
	Workflow Management		
	Vault Management		
	Security Management		
	Backup and Restore		

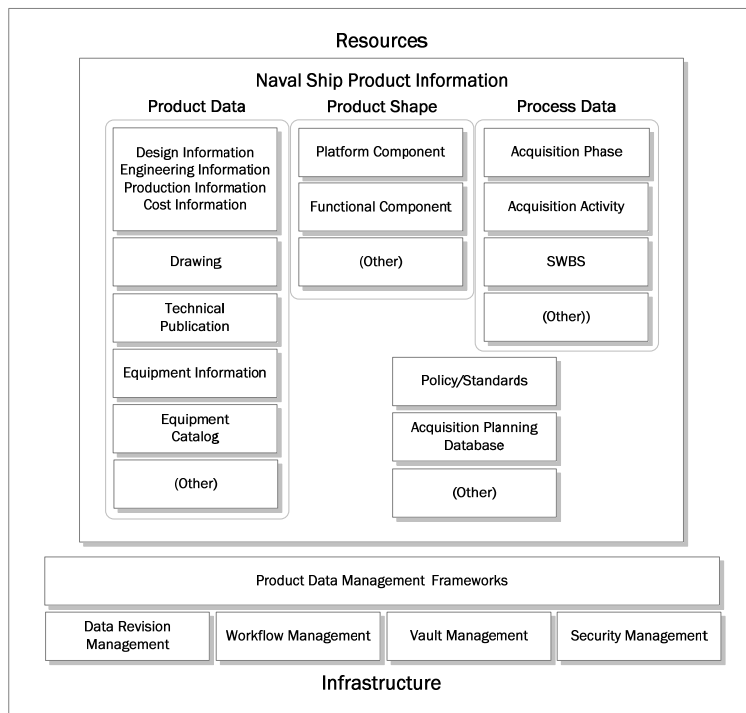


Fig. 12 Reference model of naval ship product information

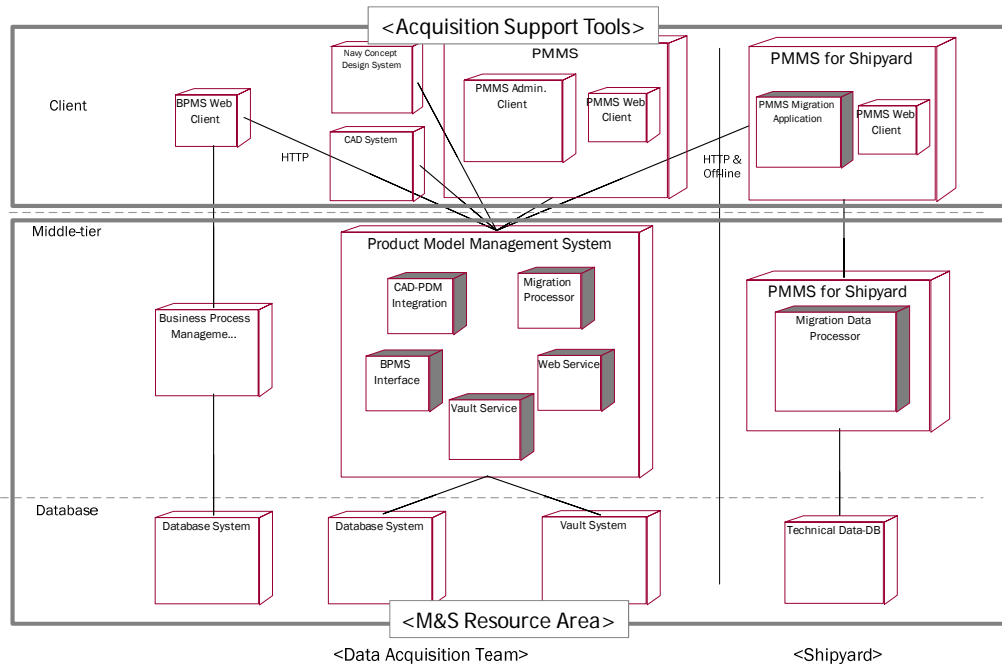


Fig. 13 System architecture of the framework of the advanced naval ship acquisition for the Korean navy

Requirements for Naval Ship Information Management based on 3D Product Model

Reference Model of Naval Ship Product Information

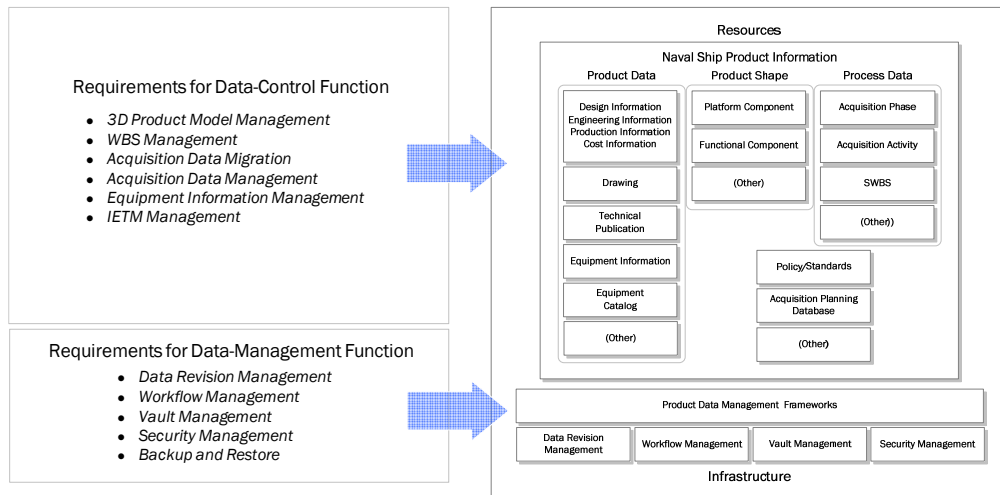


Fig. 14 Software design concept for the naval ship acquisition collaborative environment

**Table 4** Major functions of collaborative environment for the naval ship acquisition

Requirement Package	Major Function
Product Model Management	Product Model Copy
	Product Structure Copy
	Generation of Product Model Validation Key
	Product Structure Verification
	Generation of Link Information
	CAD-PDM Integration
	BOM Management
WBS Management	Acquisition Activity Management
Acquisition Data Migration	Acquisition Data Verification & Migration
Acquisition Data Management	Data Revision Management
	Workflow Management
	Vault Management
	Security Management
Equipment Information Management	Catalog Management
	Equipment Model Management
IETM Management	IETM Data Management

는 수직으로 3 개의 시스템이 존재한다. NSPI 를 참조하여 구축된 함정 제품모델과 그 관리 시스템 (Fig. 13 중), 조선소로부터 획득되는 데이터 관리를 위한 시스템(Fig. 13 우) 그리고 함정획득을 위한 프로세스 관리 시스템(Fig. 13 좌)으로 구성되어 있다.

이렇게 정의된 시스템 아키텍처를 바탕으로 품질요구사항을 적용함으로써 각각의 시스템을 구현한다.

**5.2 소프트웨어 설계**

NSPI 참조모델은 디지털 함정을 표현하고 있는 리소스와 리소스를 유지 관리하는 인프라스트럭처로 구성되어 있다. 즉, 함정 제품정보를 표현하고 이를 유지 관리하기 위한 정보와 기능의 추상적인 정보모델이다. 업무분석 결과 중 제품정보 (product-centric information)를 NSPI 참조모델에 적용함으로써 협업환경에서 사용된 함정 제품모델을 정의할 수 있다면, 제품정보 활용기능(data-control function), 제품정보 관리기능(data-management function)을 참조모델에 적용함으로

써 함정 제품모델을 활용하고 관리하기 위한 시스템의 소프트웨어를 설계할 수 있다(Fig. 14). Table 4는 업무분석 결과를 반영하여 도출한 협업 환경의 주요 기능이다.

**6. 결론**

본 연구에서는 SBA 개념을 함정획득에 적용하기 위한 프레임워크에 대한 연구를 수행하였다. 프레임워크 개발을 위한 방법론을 제안하였으며 이를 적용하여, 한국 해군의 실정에 맞는 개선된 함정획득 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.
- 협업환경 내에서 함정 제품정보의 활용을

위한 NSPI 참조모델을 정의하였다.

- 제안한 방법론을 적용하여 한국 해군의 실정에 맞는 협업환경 프레임워크를 설계하였다.

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

### 후 기

본 연구는 “조함정보체계개발사업” 과 저자의 박사학위논문(Oh 2008) 중 일부 내용을 바탕으로 수행되었으며, 과학기술부/한국과학재단 도약연구지원사업(선박 선체성형 미래기술) 지원으로 수행되었습니다. 또한 본 연구를 위해 많은 배려와 도움을 주신 해군과 방위사업청에 깊은 감사를 표합니다.

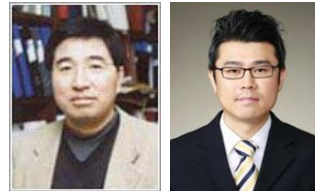
### 참 고 문 헌

- Baum, S., Boudreaux, J., Bourassa, N.R., Jenkins, J. and Zebrowski, R.J., 1999, “ An information technology blueprint for the twenty-first century amphibious warship,” Annual Meeting of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, Vol. 107, pp. 44-65.
- Chadha, B., 1998, Implementing a federated architecture to support supply chains, Coensys Inc., NJ.
- DoD(Department of Defense), 1998, Integrated Product and Process Development Handbook, Office Of The Under Secretary of Defense, U.S..
- DoD(Department of Defense), 2007, DoD

Architecture Framework, DoD, U.S..

- Fireman, H., 1998, “ LPD 17 on the Shipbuilding Frontier: Integrated Product & Process Development,” Association of Scientists and Engineers 35th Annual Technical Symposium.
- Hollenbach, J., 2001, “ Building a Distributed Product Description for the Joint Strike Fighter,” 3 rd Simulation Based Acquisition Conference.
- Hollenbach, J.W. and Hartnett, R.J., 2000, “ The Joint Strike Fighter(JSF) Distributed Product Description,” Simulation Interoperability Workshop.
- Jeon, B.S., 2004, ooCBD Development Methodology, Youngjin.COM, Korea.
- Johnson, V.R.M., McKeon, F.M. and Szanto, R.T., 1998, Simulation based acquisition: a new approach, The defense systems management college press, U.S..
- Jung, Y.H. and Lew, J.M., 2005, “ IPDE(Integrated Product Data Environment) Implementation Method for the Application of Naval Ship PLM(Product Lifecycle Management),” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 42, No. 6, pp. 698-709.
- Keane, F.J., Lutz, R.R., Myers, E.S. and Coolahan, E.J., 2000, “ An architecture for simulation based acquisition,” Johns Hopkins APL technical digest. Vol. 21, No. 3, pp. 348-358.
- Kim, Y.G., 2008, A Methodology for the development of product information management system of naval-ship design, Ph.D. Dissertation, Seoul National University.
- Lisiewski, R. and Whitman, E.C., 2000, DD21: A New Direction in Warship Acquisition, Storming Media, Washington, D.C..
- Lee, C.M., Lee, H.J., Hwang, H.K. and Mun,

- D.H., 2007, " Study on the use of modeling and simulation(M&S) to support the acquisition of naval ships," Workshop of the Society of CAD/CAM Engineers, Korea, pp. 217-227.
- Lee, C.M., Lee, J.H., Kim, Y.G., Kim, W.D. and Shin, J.G., 2004, " 3D Digital Mockup and Simulation based Verification for Warship Design," Proceedings of the Annual Spring Meeting, SNAK, pp. 225-230.
  - Michael, S.A. and Gupta, P., 2005, " Simulation based acquisition for the rest of us," Aerospace Conference, IEEE.
  - Oh, D.K., Kim, Y.G., Jeong, Y.H., and Shin, J.G., 2007, " IPDE(Integrated Product Data Environment) Implementation for Korea Warship PLM," Workshop of the Society of CAD/CAM Engineers, Korea.
  - Rangan, R.M., Rohde, S.M., Peak, R., Chadha, B. and Bliznakov, Plamen, 2005, " Streamlining Product Lifecycle Processes: A Survey of Product Lifecycle Management Implementations, Directions, and Challenges," Journal of Computing and Information Science in Engineering, Vol. 5, Issue 3, pp. 227-237.
  - RIMSE(Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul National University), 2003, Prototype of the Naval Ship Information Management System, Seoul National University, Korea.
  - RIMSE(Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul National University), 2007, A Study of Infrastructure for Concept Design of Naval Ships, Seoul National University, Korea.
  - Song, J.T., 2006, Result of applying IPPD to submarine acquisition program of U.S. navy, Defense Science & Technology Plus, Korea.
  - Wetteland, C.R., Miller, J.L., French J., O' Brien, K. and Spooner, D.J., 2000, " The human simulation: resolving manning issues onboard DD21," Simulation Conference Proceedings, Winter, Vol. 2, pp. 1402-1406.



&lt; 신 종 계 &gt;

&lt; 오 대 균 &gt;