

## 실적선 데이터베이스 구축을 위한 함정 제품모델의 데이터 품질검증에 관한 연구

오대균<sup>†</sup>\*, 신종계\*, 최양열\*\*

서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소\*  
쥬지노스\*\*

### A Study of Product Information Quality Verification in Database Construction of Naval Ship Product Models

Dae-Kyun Oh<sup>†</sup>\*, Jong-Gye Shin\* and Yang-Ryul Choi\*\*

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

#### Abstract

In automotive industries, reusability of product information is increasing through database construction of previous product data. The product data is stored by data quality management in product information systems. For naval ships, have the functional similarity by the ships of the same classification and class, that are built by series. Information of hull structures as well as embarked equipments are similar. So it would be effective to use database systems that are considered product information quality of previous ships in design and production processes. In this paper we discuss product information quality in database construction of naval ship product models. For this, we propose a basic concept and reference model for data quality verification. Based on this concept, A verification guideline is defined and it is applied for the case study of the digital naval ship which was built to the naval ship product model.

※Keywords: Product data quality(제품 데이터 품질), Quality verification(품질검증), Naval ship product model(함정 제품모델), Naval ship product structure(함정 제품구조), PLM(제품수명주기관리), PDM(제품데이터관리)

---

접수일: 2008년 3월 3일, 승인일: 2009년 1월 9일

†교신저자: dk5@snu.ac.kr, 02-882-3563

## 1. 서론

제품의 품질에 대한 관점이 과거에는 양산 단계에 맞춰져 있었지만, 최근에는 설계 단계의 제품 데이터로 옮겨가고 있다. 개발단계에서 확보된 제품데이터의 품질은 양산단계의 제품에 직접적인 영향을 주고, 제품개발에 투입되는 비용과 시간을 줄일 수 있어 기업의 경쟁력 확보에 중요한 요소가 된다. 이를 위해서, 해외 업체에서는 3차원 제품 데이터의 활용과 서로 다른 CAD/CAM/CAE/PDM/ERP 시스템 간에 데이터를 교환하는 과정에서 발생하는 문제에 대한 체계적인 연구가 진행되고 있지만 국내는 현황조차 파악되지 않고 있다(Yang et al. 2005).

제조업 특히, 자동차 산업의 경우 3차원 제품 모델을 설계에서 생산까지 활용하게 되면서, CAD 시스템을 중심으로 이와 관련된 제품 데이터의 품질관리와 질적 향상에 애를 쓰고 있으며, 제품 데이터품질(PDQ, Product Data Quality) 개념을 정립하고 이와 관련된 표준과 어플리케이션을 개발하여, 제품 데이터의 재사용성을 높이고 설계변경(engineering change)을 줄이는 등 생산 효율을 높이는데 활용하고 있다(Cheon et al. 2005, Yang et al. 2006).

조선산업의 경우 각 업체에 맞는 설계 시스템을 갖추고 있으며, 설계와 생산에 관련된 수많은 인하우스 프로그램과 상용 시스템들도 그에 맞춰 최적화 되어 있는 실정이다. 이로 인하여 PDM, ERP 등 새로운 시스템 도입에 있어 어려움이 있으며, 설계 단계의 제품 데이터를 생산단계까지 일관되게 활용하는 것이 쉽지 않다. 특히, 함정건조사업은 사업수행 기관 구성이 복잡하고 함정 건조를 수행하는 조선소가 한 곳이 아니기 때문에, 함 인 수와 함께 획득되는 데이터의 품질과 일관성을 보장받을 수 없는 실정이며, 이로 인하여 획득된 데이터를 실적선 데이터로 활용하는 경우도 미비하다. 이러한 시스템적인 환경과 조선산업의 특징은 디지털 생산과 PLM 개념 기반의 설계/생산체제 구축에 있어서도 해결해야 할 큰 과제로 남아있다.

미 해군에서는 함정건조사업의 설계/건조기술

특성, 무기체계로써의 특성, 사업적 특성을 극복하기 위하여 함정획득사업에 PLM 과 M&S 기술을 적극 도입/활용하고 있다. 이러한 PLM 기반의 획득 시스템의 주요 특징은 초기설계단계부터 3차원 제품모델을 활용하고 있다는 것이다. 3차원 함정 제품모델(Naval Ship Product Model)을 초기설계에서부터 활용하기 위해서는 실적선 데이터에 대한 데이터베이스 구축이 선행되어야 한다. 또한 획득 데이터 기반의 제품모델 구축 시에 모델 데이터에 대한 품질검증이 이뤄져야 한다. 하지만, 함정건조사업에 있어 실적선 데이터의 획득에 관한 규정과 활용이 매우 미미한 현실이며, 그에 관한 품질규정도 부재한 상황이다.

한편, Oh et al.(2007a)과 Jung and Lew(2005)는 조선소로부터 생성된 설계, 건조 데이터를 기반으로 3차원 함정 제품모델을 구축하고 이를 중심으로 실적선 데이터를 데이터베이스화 하는 연구를 수행하였다. 하지만 함정 제품모델 구축과 이를 기반으로 획득 데이터를 관리하기 위한 자료 구조와 그 구현을 위한 프레임워크에 대해 중점적으로 연구를 수행하였으며, 함정 제품모델의 품질 평가에 대한 연구가 부족하였다.

본 논문에서는 설계, 건조 정보를 담고 있는 3차원 함정 제품모델을 구축하는데 있어, 모델 데이터의 품질확보를 위한 기본개념과 검증방안에 대해 논의하고자 한다. 함정 제품모델을 데이터베이스로 구축하는 데 있어, 품질 확보를 위한 품질 평가 기준과 참조모델을 정의하고, 이를 바탕으로 제품모델 평가를 위한 검증방안을 제안한다. 또한 제시한 검증방안의 효용성 검증을 위해 사례 함정의 제품모델 품질검증에 적용해보았다.

## 2. 제품모델 데이터 품질

자동차 산업의 경우, 완성차 데이터의 재사용을 통해 개발과 엔지니어링 비용을 15~20 퍼센트 가까이 절감하고 있다(Yang et al. 2005). 이는 3차원 CAD 를 개발 전 프로세스에 걸쳐 일관되게 사용하고, 완성차 데이터를 체계적으로 데이터베이스화 함으로써, 제품 데이터를 공유하고 재활용하

기 때문에 가능한 것이다. 또한 제품 데이터의 질적 향상을 위한 PDQ 활동도 활발하게 진행 중이다.

함정의 실적선 데이터도 함정 제품모델 중심의 데이터베이스로 구축한다면, 함정 획득 초기단계에서부터 많은 활용을 기대할 수 있을 것이다. 또한 획득되는 함정 제품모델 데이터의 품질 향상도 동반된다면, 실적선 데이터의 활용단계에서 M&S 결과의 품질도 보장할 수 있게 된다.

모델 데이터의 품질에 대한 정의와 검증방안 마련을 위해서는 데이터 품질에 대한 기준이 정의되어야 한다. 본 절에서는 모델 데이터의 정의와 검증방안을 위한 기본적인 데이터 품질에 대한 기준에 대해 논하고자 한다.

**2.1 데이터 품질평가 기준**

데이터의 일관성 있는 검증 방법론 수립을 위해서는 데이터에 대한 품질기준이 설정되어야 한다. 즉, 구축된 데이터베이스를 어떠한 관점에서 평가할 것인가에 대한 품질평가 모델을 정의해야 한다.

데이터의 품질기준은 크게 유효성과 활용성으로 구분하고, 각 기준 별 품질의 특성에 따라 유효성

은 정확성과 일관성으로 활용성은 유용성, 접근성, 적시성, 보안성으로 구분해 총 6 가지를 품질기준으로 정의한다(Korea Database Promotion Center 2006) (Fig. 1)

데이터 품질 기준															
유효성						활용성									
정확성			일관성			유용성			접근성	적시성	보안성				
신뢰성	정확성	완전성	일관성	정합성	일치성	무결성	유용성	신용성	접근성	적시성	신뢰성	무결성	비밀성	유용성	신뢰성

**Fig. 1** Data quality standard(Korea database promotion center 2006)

유효성이란 제공된 데이터가 이를 활용하는 업무에 유효한가 여부이며, 활용성이란 데이터를 필요한 시점에 손쉽게 활용할 수 있는지 여부를 의미한다. 데이터의 활용성 검증은 함정 제품모델 데이터의 유효성 확보 후, 이를 이용하기 위한 획득 프로세스의 분석을 통해서 이뤄지기 때문에 본 논문에서는 제품모델 구축을 위한 데이터의 유효성 검증을 중점적으로 다루고자 한다.

**Table 1** Data quality standard for a naval ship product model

품질기준	정의	품질확보
정확성	사실성	제품형상 데이터가 실 세계의 사실과 동일한 값을 가지고 있음을 의미하며, CAD 모델에 설계 데이터가 적절히 반영되었는지 여부
	적합성	정해진 데이터 유효 범위를 충족하고 있음을 의미하며, 제품형상의 CAD 모델에 속성정보가 적절히 반영되었는지 여부
	필수성	업무지원을 위해 필요한 제품 데이터의 누락 여부, 탑재장비 모델의 누락 여부 및 CAD 모델 속성 중 필수 항목이 누락되어 있는지 여부
	연관성	함정 제품모델을 구성하고 있는 CAD 모델의 결합 상태에 있어 논리상의 오류를 의미
일관성	정합성	제품 데이터가 CAD 모델 속성정보에 기능, 의미, 성격이 동일한 데이터가 상호 동일한 용어와 형태로 정의되어 있음을 의미
	일치성	제품 데이터가 CAD 모델 속성정보에 동일한 용어를 다르게 정의하여 사용하지 않도록 함을 의미
	무결성	데이터 처리의 선후 관계가 명확하게 준수되어야 하는 데이터의 참조 무결성을 의미

유효성의 품질 기준에 있어 정확성이란 실제로 존재하는 객체(사건, 사물, 개념 등)의 값이 오류 없이 저장되어 있음을 의미하며, 일관성은 동일 시스템 내에서 동일한 데이터 간의 불일치가 발생하지 않음을 의미한다. 모델 데이터의 경우 정확성이란 실제로 함정 제품모델 데이터에 함 설계, 건조 정보가 얼마나 정확하게 반영되었는지이며, 일관성이란 함 설계, 건조 정보가 얼마나 일관되게 반영되었는지를 의미한다.

Table 1은 유효성 관련 품질 기준을 함정 제품모델 데이터를 대상으로 평가하기 위한 품질기준의 개요를 보이고 있다.

## 2.2 평가를 위한 데이터 선택 범위

품질검증 활동에서 성공여부는 선정, 적용한 검증항목의 오류율로 판정된다. 이때 대상 데이터의 범위를 전체항목으로 할 것인지(전수검사), 표본추출을 통하여 일부만으로 할 것인지(표본추출 검사)를 사전에 결정하여야 한다. 일반적으로 데이터의 정확성과 일관성을 요하는 데이터의 경우 많은 시간과 인력이 소요되지만 전수검사를 시행하며, 대량의 데이터의 일관성을 요하는 경우 무작위 표본추출을 한다. 본 연구에서는 앞서 정의한 품질기준을 적용데이터의 종류와 중요성에 따라 전수검사와 표본검사를 적절히 사용하였으며 그 적용례는 함정 제품모델 검증방안에서 기술한다.

## 3. 함정 제품모델 검증방안

함정 제품모델의 검증방안을 위해 검증대상 즉, 함정 제품모델을 구성하고 있는 구성요소의 정의가 선행되어야 한다. 이를 대상으로 앞서 정의한 데이터 품질평가 기준을 적용함으로써 검증방안을 수립할 수 있다. 본 연구에서는 Oh et al.(2007b)이 제시한 함정 제품모델을 대상모델 표준으로 정의하고 이를 평가하기 위한 평가 참조모델과 검증방안을 정의하였다.

### 3.1 함정 제품모델(표준 제품모델)

함정 제품모델은 획득 데이터를 논리적으로 연

계하여 표현함으로써 효과적인 실적선 데이터 관리와 M&S 지원을 위한 함정의 제품기술(product description)이다. 실제 함정을 디지털 함정으로 표현하기 위해 크게 제품형상(Product Data), 제품 데이터(Product Data), 프로세스 데이터(Process Data)로 구성된 획득 데이터 구성요소로 구축된다. 제품형상은 hull, 상부구조물, 탑재장비, 무기체계 등 함정을 구성하고 있는 형상 컴포넌트를 의미하고, 제품 데이터는 도면, 공학정보, 탑재장비 정보 등 함정과 함정을 구성하고 있는 컴포넌트의 속성을 의미하며, 프로세스 데이터는 개발 프로세스, 획득 WBS 등 함정의 개발, 생산과 관련된 획득 프로세스를 표현하는 요소이다.

함정 제품모델은 이 세가지 구성요소를 제품구조(product structure) 기반으로 DB를 구축한다. 제품형상, 제품 데이터, 프로세스 데이터를 함정의 특성에 맞춰 유기적으로 연계하여 표현하기 위해서는 중심 데이터 스트럭처가 필요한데 이것이 함정 제품구조(Naval Ship Product Structure)이다. 한편, 함정 제품구조는 일반적인 함정의 구조정보를 추상화한 것이기 때문에 실제로 사용하기 위해서는 구체화 과정이 필요한데, 제품모델로 구축하고자 하는 목적함정에 맞게 함정 제품구조를 편집하여 사용하며 이를 스켈레톤 모델(skeleton model)이라 한다.

즉, 제품데이터가 반영된 CAD 어셈블리 컴포

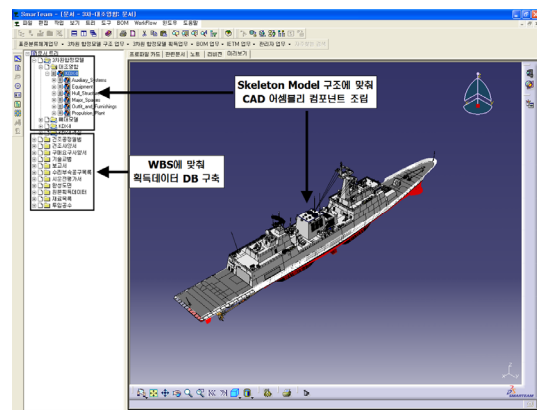


Fig. 2 Product model example of the battle ship

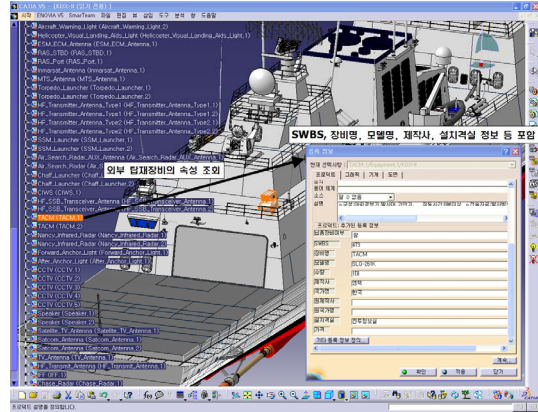
넛을 스켈레톤 모델(항정 제품모델의 중심 자료 구조)을 중심으로 표현한 것이 항정 제품모델이며, 본 연구에서는 이를 표준 제품모델 정의하고 검증 방안을 마련하였다. Fig. 2는 항정 제품모델 자료 구조에 따라 구축된 전투함의 제품모델 DB 사례를 보이고 있다.

**3.2 제품모델의 검증대상**

항정 제품모델을 품질기준에 맞춰 검증하기 위해서는 평가를 위한 대상을 정의해야 한다. 검증 대상에 앞서 정의한 품질평가 기준을 적용함으로써 검증방안을 정의할 수 있다.

본 연구에서는 항정 제품모델을 크게 구조, 형상, 속성의 관점으로 검증대상을 분류하였다. 구조(structure)관점이란 항정 제품모델의 중 형상을 이루고 있는 어셈블리 컴포넌트들의 조립 자료구조의 적합성 여부를 평가하는 것이다. 형상(shape)관점이란 항정 제품모델을 구성하고 있는 어셈블리 컴포넌트들이 설계, 건조 정보를 제대로 반영하고 있는지 여부를 평가하는 것이며, 속성(attribute)관점이란 탑재되어 있는 장비 CAD 모델의 속성에 실제 장비의 속성이 적절히 반영되어 있는지 여부를 평가하는 것이다. 이렇게 세 가지 관점으로 항정 제품모델을 평가하였으며, 그 적용 대상에 해당하는 항목을 정리하면 Table 2와 같다.

구조검증 대상은 뼈대모델의 구조와 함 외부에 탑재된 무장 및 통신체계 등과 격실 내부의 각종 장비 등 항정에 탑재된 장비목록이다. 항정 제품구조를 기반으로 정의된 스켈레톤 모델에 맞춰 정확히 조립이 되어 있어야 하고, 항정의 기능 정의에



**Fig. 3** Attributes of the embarked equipment model in the product model example of the battle ship

맞춰 탑재장비가 조립되어 있어야 하기 때문에 스켈레톤 모델의 구조와 탑재장비목록을 검증 대상으로 한다. 형상검증 대상은 제품형상을 구성하고 있는 장비 CAD 모델로써 도급류와 관급류를 모두 포함하며, 탑재장비목록을 기준으로 한다. 탑재장비목록에 맞춰 장비 CAD 모델의 형상과 조립 위치 등 CAD 모델의 형상을 검증대상으로 한다. 속성검증은 제품 데이터 중 CAD 모델에 반영된 장비 속성정보로써, 탑재장비 CAD 모델의 경우 탑재장비 속성정보이며, 구조 모델의 경우 설계, 공학, 생산정보 등의 속성정보가 그 대상이 된다.

Fig. 3은 항정 제품모델 사례에서 검증대상 항목 중 탑재장비의 속성을 보이고 있다.

**3.3 항정 제품모델의 데이터 품질**

자동차산업에서 데이터의 품질이란 데이터의 정확성(measure of the accuracy)과 적합성(appropriateness)으로 정의한다.(Automotive Industry Action Group 2007) 다시 말하면, 제품 데이터가 설계와 생산 프로세스에서 요구하는 목적에 부합하는 정확한 정보를 가지고 있어야 하며, 필요한 때와 장소에 적절히 제공되어야 한다는 것이다. 전자의 경우 데이터 자체의 품질을 의미하며, 후자의 경우 데이터의 접근성, 활용성을 의미한다.

본 연구에서는 앞서 정의하였듯이 항정 제품모

**Table 2** Information components for data verification of a naval ship product model

Information Components		Verification Objects
Naval Ship Product Model	Structure	Structure of Skeleton Model
		Equipment Lists
	Shape	Hull Structure
		Weapon Systems, Embarked Equipments
		Appendages, Appliances, Furniture...
	Attribute	Equipment Information
Design/Engineering/Production Information...		

델의 유효성 검증에 초점을 두고 있다. 즉, 실제 함정의 설계, 건조 정보를 얼마나 정확하게 표현하고 있는지가 데이터의 품질을 결정한다고 할 수 있다. 따라서, 함정 제품모델의 데이터의 품질이란 “설계 및 건조정보를 바탕으로 구축된 함정 제품모델이 표현하고 있는 데이터의 유효성 정도”로 정의할 수 있다.

### 3.4 제품모델 데이터 검증방안

함정 제품모델의 품질평가를 위하여 평가 기준의 개요를 마련하였고, 제품모델 데이터의 품질 의미를 정의하였다. 이 개념을 바탕으로 검증방안 수립을 위한 평가 참조모델을 정립하였고 이를 구체화하여 검증방안을 도출하였다.

제품모델 데이터를 검증하고자 하는 주요 관점은, “모델들이 적절한 구조로 구성되었는가?”, “형상이 얼마나 정확하게 표현되었는가?”, “장비들의 속성이 얼마나 정확하게 반영되었는가?”이다. 이러한 검증 관점으로 함정 제품모델을 구성하고 있는 주요 모델 데이터를 바라보며, 앞서 정의한 품질기준을 검증대상에 적용함으로써 검증방안을 정립할 수 있다.

Fig. 4는 제품모델 데이터의 품질기준을 함정 제품모델의 검증대상에 적용하여 얻은 품질평가 참조모델을 보이고 있다. 함정 제품모델의 구조적인 측면은 제품형상의 구조적 연관성과 필수성으로 평가하며, 형상측면은 어셈블리 컴포넌트를 구성하고 있는 CAD 모델을 사실성으로 평가하고, 속성측면은 탑재장비 CAD 모델에 제품 데이터의

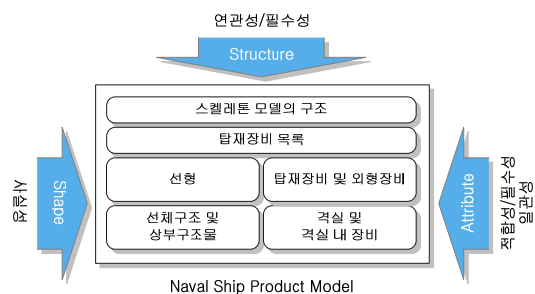


Fig. 4 Reference model for quality verification of a naval ship product model

속성이 얼마나 정확하고 일관되게 반영되었는지를 평가한다.

검증 참조모델을 기초로 하여 함정 제품모델의 검증대상과 품질기준을 구체화함으로써 검증개요를 정의하였다.

함정 제품모델을 구조관점으로 평가하기 위해서는 스켈레톤 모델 구조와 탑재장비목록을 평가해야 한다. 미리 정의된 목적함정의 스켈레톤 모델과 구축된 함정 제품모델의 스켈레톤 모델 구조를 비교 및 검증함으로써 연관성을 평가할 수 있다. 장비목록 평가는 제품형상 구성요소 중 주로 관급장비 CAD 모델 위주로 평가한다. 탑재장비목록을 근거로 함정 제품모델에 탑재된 장비와 격실 내의 장비 등의 필수성을 평가한다. 물론 함 외관 부가물이나 추진장치 계통 등 도급류 CAD 모델도 모델링 시 근거가 되었던 장비목록을 기준으로 필수성을 평가한다. 구축된 함정 제품모델의 스켈레톤 모델을 미리 정의한 원본 스켈레톤 모델과 비교하여 검증하고, 원본 스켈레톤 모델의 하위 아이টে에 정의된 탑재장비목록에 맞춰 장비 CAD 모델이 탑재되었는지 확인한다.

함정 제품모델을 형상관점으로 평가하기 위해서는 크게 제품형상을 구성하고 있는 관급류 CAD 모델과 도급류 CAD 모델로 구분하며, 도급류 CAD 모델은 다시 선체와 상부구조물로 나누고 관급류 CAD 모델은 주요 탑재장비 및 외형장비와 주요 격실 및 격실 내 장비로 나누어 사실성을 평가한다. CAD 모델에 제품 데이터를 얼마나 정확히 반영하였는지를 원본도면과 CAD 모델의 형상(geometry)과 비교하여 평가한다.

함정 제품모델을 속성관점으로 평가하기 위해서는 제품형상 중 장비 CAD 모델에 제품 데이터 중, 장비의 속성이 정확하게 반영되었는지 평가한다. 관/도급류를 모든 장비 CAD 모델을 대상으로 하며(탑재장비목록 기준) 함정 제품모델에 탑재된 장비 CAD 모델의 장비속성과 원본장비정보와 비교하여 평가한다.

Table 3은 검증 참조모델을 바탕으로 검증대상별 평가기준과 검증항목을 정리한 함정 제품모델의 검증방안 개요를 보이고 있다.

Table 3 Verification scheme for quality verification of a naval ship product model

품질관점	검증대상	검증데이터 범위	품질기준 및 검증항목	검증결과 반영	
구조	스켈레톤 모델 구조	전수검사	연관성 - 목적항정의 스켈레톤 모델 구조를 근거로 하여 함정제품모델의 구조를 검증한다.	목적항정의 스켈레톤 모델 구조를 기준으로 수정 및 재조립을 수행한다.	
	탑재장비목록	전수검사	필수성 - 제품데이터의 탑재장비목록을 근거로 하여, 함정제품모델에 장비의 탑재 여부를 확인한다. - 격실 내 장비의 경우 원본 격실도면을 참고하여 장비의 탑재 여부를 확인한다.	누락된 장비 CAD 모델을 모델링 하여 재조립을 수행한다.	
형상	선체	Hull	전수검사	사실성 - 함정제품모델의 Hull 모델에서 추출한 Lines 데이터와 원본도면의 Off-set 테이블과 좌표를 비교한다.	원본도면의 Off-set 테이블에 맞게 CAD 모델을 수정한다. 단, Off-set 데이터를 모델에 반영하였을 때 오류가 있는 경우에는 적절한 데이터를 생성 및 수정하여 실제와 유사하도록 모델링 한다. 이러한 경우 오차 범위 내에서 Off-set 데이터와 일치하지 않을 수 있다.
		구조	표본검사	사실성 - 갑판, 격벽 등 구조부재모델의 형상을 원본구조도면과 비교한다. - 갑판, 격벽 등 구조부재모델이 적절한 위치에 조립되었는지 확인한다.	원본도면에 맞게 CAD 모델을 수정하여 재조립을 수행한다.
	상부구조물		표본검사	사실성 - 상부구조물의 형상과 조립위치를 원본도면과 비교한다. - 선체와 접하는 영역이 원본도면대로 표현되었는지 확인한다. - 캄버, 개구부 등 주요 특징부의 형상과 위치를 원본도면과 비교한다.	원본도면에 맞게 CAD 모델을 수정하여 재조립을 수행한다. 단, 캄버, 개구부 등 주요 특징부 형상에 있어 곡면 부 접촉면에서 오차가 발생할 수 있다.
	주요 탑재장비 및 외형장비		표본검사	사실성 - 탑재장비 혹은 외형장비 CAD 모델이 적절하게 모델링 되었는지 원본도면과 비교한다. - 탑재장비 혹은 외형장비 CAD 모델이 적절한 위치에 조립되었는지 비교한다.	원본도면에 맞게 CAD 모델을 수정하여 재조립을 수행한다. 단, 장비의 도면이 존재하지 않을 경우 G/A 혹은 참고도면을 기준으로 하여 실제와 유사하도록 모델링 한다.
	주요 격실 및 격실 내 장비		표본검사	사실성 - 격실의 구획정보가 적절하게 반영되었는지 원본도면과 비교한다. - 격실 내의 장비 CAD 모델의 형상과 조립위치를 원본도면과 비교한다.	원본도면에 맞게 CAD 모델을 수정하여 재조립을 수행한다. 단, 선체와 조립하였을 때 도면에서 발생하는 만큼의 오차가 발생할 수 있다.
속성	장비 속성정보	표본검사	정확성(적합성, 필수성), 일관성 - 장비 CAD 모델에 속성 파라미터가 정확히 선언되었는지 확인한다. - 장비정보가 속성에 적절하게 반영되었는지 원본 장비정보와 비교한다.	원본 장비정보에 맞게 속성정보를 수정한다.	

Fig. 5는 앞서 정의한 검증방안을 함정 제품모델에 적용하기 위한 프로세스이다. 함정 제품모델 구축 프로세스(Oh et al. 2007b) 중 연계정보 생성 전에 속성정보가 반영된 함정 제품모델을 검증 대상으로 한다. 구조검증을 시작으로 주요 제품형상을 검증한 후에, 장비 CAD 모델의 형상과 속성 검증을 탑재장비목록 기준으로 순환(recursively) 하며 수행한다. 이때 각 검증 프로세스에서 오류 판단의 허용범위는 검증 데이터의 원본 도면 및 참고자료의 수준에 따라 정의하여 판단한다.

#### 4. 함정 제품모델의 품질검증 사례

본 연구에서 제안한 검증방안을 실제로 구축된 함정 제품모델에 적용하여보았다. 앞서 제시한 검증 개요를 기본으로 검증 프로세스에 따라 수행하였으며, 각 검증 프로세스에서 오류 판단의 허용범위는, 탑재장비 배치위치의 경우 10mm 이하로 하였고 나머지 항목의 경우 오차 허용범위를 0.1mm 이하로 정의하였다. 단, 원본 도면 및 참고자료의 수준에 따라 허용범위는 탄력적으로 적

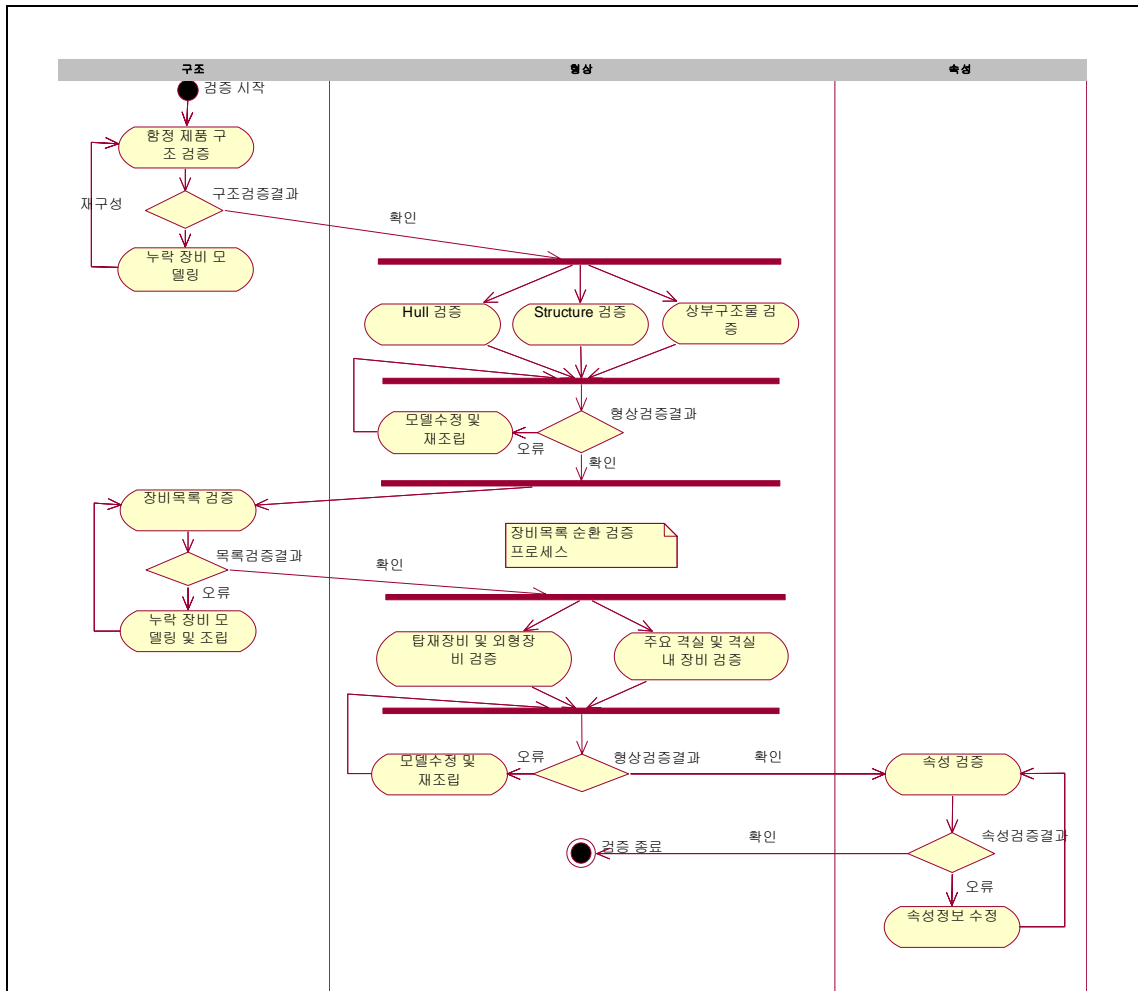


Fig. 5 Verification process of a naval ship product model

용하였다.

적용 대상은 수송함 000의 제품모델(Fig. 6)이며, 다쏘시스템사의 CATIA V5를 이용하여 구축되었다.

#### 4.1 함정 제품모델 구조 검증

어셈블리 컴포넌트를 구성하고 있는 중심 구조인 스켈레톤 모델과 함 외부에 탑재된 무장 및 통신체계 그리고 격실 내부의 각종 장비 등 함정에 탑재된 장비목록을 중심으로 구조 검증을 수행하였다.

스켈레톤 모델 구조 검증은 함정 제품구조를 기반으로 편집된 원본 스켈레톤 모델과 목적함정 제품모델의 어셈블리 스트럭처를 비교함으로써 구조를 검증하였다. 두 스켈레톤 모델의 구조를 검증하기 위해 원본 스켈레톤 모델을 구성하고 있는 아이템의 각각에 검증키를 발급하였으며, 이를 조건으로 하여 두 스켈레톤 모델의 구조를 비교, 검증한다. Fig. 7(상)은 원본 스켈레톤 모델과 상륙함 제품모델의 스켈레톤 모델 구조를 비교한 결과 화면이다.





Fig. 6 Product model of the landing platform experimental

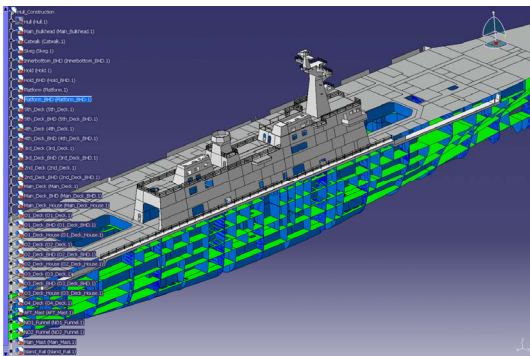
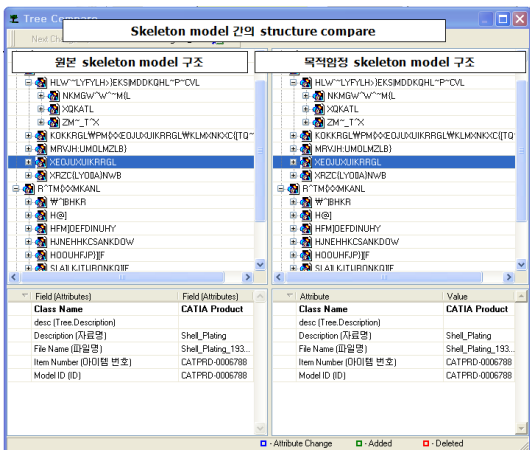


Fig. 7 Structure verification of the product model

탑재장비 목록 검증의 경우 크게 탑재장비 및 설비 등 함 외부의 장비와 격실 내의 장비로 구분하여 진행하였으며, 검증 프로세스(Fig. 5)에서 볼 수 있듯이, 검증 대상목록에 따라 형상과 속성을 반복하여 검증을 수행하였다. 형상과 속성에 대한 검증은 다음 절에서 기술하였으며, Fig. 7(하)는 제품모델의 어셈블리 스트럭처와 외부 탑재장비의 누락 여부를 검증하는 화면이다.

4.2 모델 형상 및 속성 검증

검증은 선체 및 상부구조물, 주요 탑재장비 및 외형장비 그리고 격실과 격실 내 장비로 구분하여 검증을 수행하였으며, 검증 프로세스에서 볼 수 있듯이 선체와 상부구조물에 대한 검증을 우선 수행하였다.

선형은 hull surface 로 부터 추출한 데이터를 오프셋 테이블 및 선도를 근거로 하여 전수검사를 수행하였으며(Fig. 8 상), 선체 및 상부구조물의 형상은 모델링 시 참조했던 원본 도면을 근거로 표본검사를 수행하였다. 선체의 경우 격벽 및 주요 부재 그리고 주갑판의 캠버, 오프닝 및 패치의 형상 및 조립위치를 검증하며, 상부구조물의 경우 주갑판이 접하는 영역의 일치성 그리고 도어, 원도우 및 마스트, 편널(funnel) 등 주요 모듈의 형

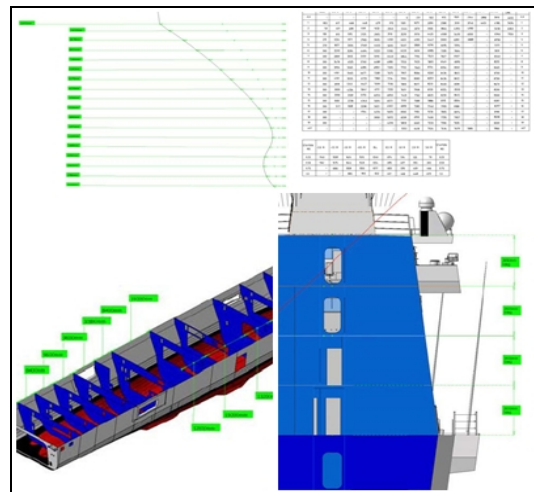


Fig. 8 Shape verification of the product model

상 및 조립 위치를 검증하였다. Fig. 8(하/좌)는 주요 격벽의 형상과 조립 위치를 검증하는 화면이며,

Fig. 8(하/우)는 상부구조물의 갑판 조립 위치를 검증하는 화면이다.

Fig. 9(상)은 무기체계 중 000 장비의 주요 형상과 탑재 위치를 검증하는 화면이다. Fig. 9(하/좌)는 추진계통 어셈블리 컴포넌트 중 프로펠러와 프로펠러 축의 조립 위치를 검증하는 화면이며, Fig. 9(하/우)는 방향타의 형상을 검증하는 화면이다. 이 이외에도 주요 탑재장비의 형상(내부형상 제외)과 조립위치를 검증 하였으며 스테빌라이저, 샤프트 스트럿 등 선체부가물에 대한 형상검증을 수행하였다.

격실 및 격실 내 장비의 경우 격실과 관련된 도면 그리고 배치도내에 포함되어 있는 장비목록 리스트를 기반으로 검증을 수행하였다. Fig. 10(상)은 000 격실로 격벽의 형상 그리고 격실 내의 각종 통신계통 장비 및 가구 등의 탑재장비 목록과 조립 위치를 검증하는 화면이다. Fig. 10(하/좌)는 엔진 룸 내의 장비 형상을 검증하는 화면이며, Fig. 10(하/우)는 000 격실 내의 통신장비 형상과 조립 위치를 검증하는 화면이다. 이 외에도 갑판 별 주요 격실 30 여 곳을 선정하여 검증을 수행하였다.

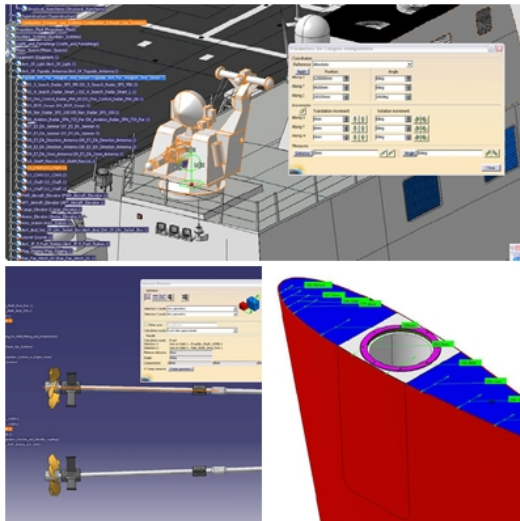


Fig. 9 Shape verification of the product model

형상 검증에 따라 발생한 오류 및 오차는 모델을 수정 및 재조립하여 검증 결과를 반영하였다.

장비의 속성 검증은 형상 검증과 병행하여 표본 검사를 수행하였으며, 함정 제품모델 구조 검증

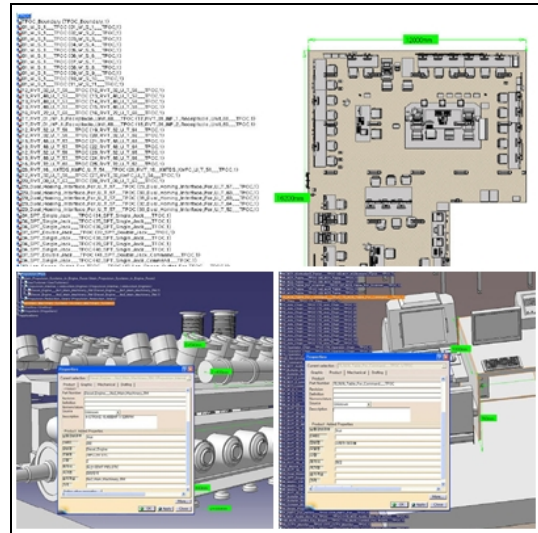


Fig. 10 Shape verification of the product model

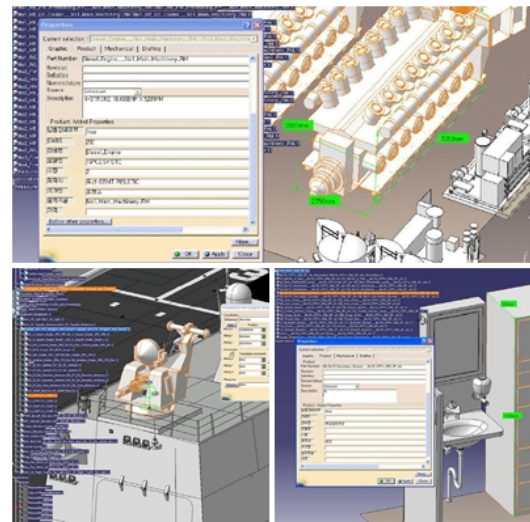


Fig. 11 Attribute verification of the product model

중 장비 목록과 탑재 장비의 속성정보를 검증 근거로 하였다. Fig. 11(상)은 엔진룸 내의 탑재장비 속성 정보를 검증하는 화면이다. 탑재장비의 속성을 입력하기 위한 모델 파일의 변수는 CAD 파일에 미리 선언되어 있다. Fig. 11(하/좌)는 무기체계 중 OOO 장비의 속성정보를 검증하는 화면이며, Fig. 11(하/우)는 OOO 격실 내의 집기 및 가구에 대한 속성정보를 검증하는 화면이다.

속성 검증 결과에 따라 발생한 오류는 원본 장비 정보에 맞게 속성정보를 수정하여 검증 결과를 반영하였다.

## 5. 고찰 및 결론

본 연구에서는 함정 제품모델 구축에 있어 모델 데이터의 품질확보를 위한 기본개념의 정의와 이를 기반으로 한 검증방안을 제안하였다. 또한 이를 사례 함정 제품모델에 적용함으로써 그 효용성을 확인하였다. 본 연구를 통해 얻은 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 함정 제품모델의 데이터의 유효성을 확보할 수 있었다. 함정정보의 효과적인 관리와 활용을 위한 함정 제품모델을 구축하는 데 있어, 설계 및 건조 정보가 모델 데이터에 정확하고 일관되게 반영되도록 하는 가이드라인이 제시되었다.
- 유효성이 확보된 함정 제품모델을 실적선 데이터로의 활용을 기대할 수 있다. 모델 데이터의 유효성 확보를 위한 기본적인 방안이 마련되었기 때문에, 이를 바탕으로 소요기획과 선행연구 단계의 활용을 위한 프로세스 개발 연구가 병행된다면, 함정 제품모델의 구축 프로세스와 함께 검증 프로세스의 개선을 통해 체계적이고 효과적인 함정 제품모델 데이터의 활용성 확보도 기대할 수 있다.
- 3 차원 제품모델 기반의 함정 획득과 함정 PLM 시스템 구축을 위한 제품모델의 품질검증 초석을 마련하였다.

3 차원 제품모델의 활용은 자동차 산업을 비롯

한 제조업 분야에서 제품개발 프로세스 전반에 걸쳐 활용되고 있으며, 제품모델 정보의 품질 확보를 위한 연구도 활발히 진행되고 있다. 반면, 함정 획득사업에 있어 제품모델의 활용은 건조 함정의 획득 데이터를 체계적으로 관리하기 위한 목적과 일부 활용 사례에 적용되는 정도이며, 제품모델의 정보에 대한 품질 연구 활동은 아직까지 미미한 상황이다.

3 차원 제품모델 기반의 함정 획득과 함정 PLM의 구현을 위해서는 그 중심 데이터인 함정 제품모델과 그 품질에 대한 연구가 더욱 필요한 실정이다. 본 연구의 결과를 기초로 하여, 시스템 엔지니어링(SE: Systems Engineering) 등의 접근법을 이용한 프로세스 개선과 시스템 정의를 통해 제품모델의 활용성 확보에 대한 연구를 병행한다면, 함정 제품모델의 품질확보에 더욱 효과적일 것으로 사료된다.

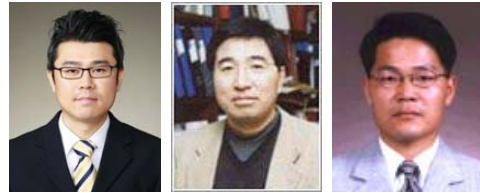
## 후 기

본 논문의 내용 중 일부는 방위사업청 조함정보 체계 개발 사업 보고서 중 “자료관리체계 DB 구축 및 검증 방안”과 “OOO 3D 함정모델 검증”의 연구 내용을 바탕으로 수행되었으며, 본 연구를 위해 많은 배려와 도움을 주신 방위사업청에 깊은 감사를 표합니다.

## 참 고 문 헌

- Automotive Industry Action Group, 2005, Product Data Quality Guidelines for the Global Automotive Industry, SASIG PUBLICATIONS.
- Cheon, S.U., Yang, J.S. and Han, S.H., 2005, “Utilization of CAD and STEP in product development process,” Workshop of the Society of CAD/CAM Engineers, Korea, pp. 1064-1074.
- 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.
- Korea Database Promotion Center, 2006, Data Quality Management Maturity Model, Korea Database Promotion Center, Korea.
  - Oh, D.K., Kim, Y.G., Jeong, Y.H., and Shin. J.G., 2007a, " IPDE (Integrated Product Data Environment) Implementation for Korea Warship PLM," Workshop of the Society of CAD/CAM Engineers, Korea.
  - Oh, D.K., Kim, Y.G., Jeong, Y.H., Shin. J.G., Lee, J.M. and Yeo, Y.,H., 2007b, " Mother-ship Data Based Warship Digital Mock-Up Model Database Development," Proceedings of the Annual Spring Meeting, SNAK, pp. 419-428.
  - Yang, J.S., Han, S.H. and Cheon S.W., 2006, " A CAD Model Healing System with Rule-based Expert System," The Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 30, No. 3, pp. 219-230.
  - Yang, J.S., Han, S.H., Park, S.H. and Jang, G.S., 2005, " Investigation of Product Data Quality in the Korean Automotive Industry," the Society of CAD/CAM Engineers, Korea, Vol. 10, No. 4, pp. 274-283.



< 오 대 균 > < 신 중 계 > < 최 양 열 >