

## 선박 추진시스템 설계를 위한 PDM 구현

† 서 성 부

† 동의대학교 조선해양공학과 교수

### An Implementation of Product Data Management System for Design of Ship Propulsion System

† *Sung-Bu Suh*

† *Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Dong-Eui University, Busan, 614-714, Korea*

**요 약 :** 본 연구는 선박 추진시스템 설계를 위한 제품정보관리(Product Data Management, PDM) 시스템의 구현 사례를 소개하였다. 객체 지향 모델링 언어(Unified Modeling Language, UML)를 이용하여 중소형 선박 추진성능 추정 시스템을 설계하였으며, 프로펠러의 3차원 디지털 모크업(Digital Mock-Up, DMU)을 중심으로 제품정보를 구축하였다. 또한 설계 과정에 필요한 모델링 및 시뮬레이션(Modeling & Simulation, M&S) 기술을 PDM 시스템과 통합하기 위한 방안을 제안하고, 추진기 및 축계 설계 검증 모델을 동시에 구현하였다. 시스템 개발에는 Open Scene Graph(OSG) 라이브러리 및 객체 지향 시스템 개발 도구를 사용하였다. 최종적으로는, 설계 검증용 M&S 소프트웨어와 PDM 시스템을 연동한 구현 사례를 보임으로써 추진성능 추진 시스템의 개발환경 구축 방안을 제시하였다.

**핵심용어 :** 추진시스템, 제품정보관리, 객체지향 모델링 언어, 디지털 모크업, 모델링&시뮬레이션, 오픈신 그래프

**Abstract :** Present study introduces an implementation of product data management (PDM) that can be applied to the design of ship propulsion system. The PDM system is developed based on both object oriented software development environment and Open Scene Graph (OSG) library while the system architecture is modeled by the unified modeling language (UML). Suggested PDM system also integrates the modeling & simulation components required to estimate the performance of ship propulsion system as the product information is represented based on the 3-dimensional digital mock-up (DMU). Finally, functions of the implemented PDM system that is integrated with the M&S softwares are illustrated in order to suggest a practical guidance for the efficient design of ship propulsion system.

**Key words :** propulsion system, product data management (PDM), unified modeling language (UML), digital mock-up (DMU), modeling & simulation (M&S), Open Scene Graph (OSG)

## 1. 서 론

국내 조선 산업은 CGT (Compensated Gross Tonnage) 기준으로 세계 제1위의 건조량을 가지고 있다. 특히, 대형 선박용 추진기의 경우 1980년대 중반이후 세계 시장의 30% 이상을 점유하고 있으나, 중소형 선박용 추진시스템 설계 및 제작 산업은 체계적인 설계 기술을 갖추지 못하고 있는 것으로 판단된다. 중소형 선박의 추진계통 설계 및 개발 방법은 선체 설계 방법론과 비교하여 적절한 방법론이 제시되고 있지 못하는 것으로 판단된다. 선박의 추진 시스템은 의장 장비의 핵심 부품이며, 국내 기술로 개발에 착수하여 중소형 선박의 축계에 장착하고는 있으나, 선급의 형식승인, 신뢰성 확보, 기술 특허 회피 및 개발 지식의 축적이라는 요구를 만족시키기 위해서는 체계적인 설계 도구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 중소형선박 추진시스템의 설계, 제작, 설치공정 개발을 위한 설계 정보 관리 및 설계 지원 시스템 개발을 위한 방안과

그 구현 사례를 제시하고, 궁극적으로는 체계적인 추진기 시스템의 개발 환경 구축 방안을 제시하고자 한다. 이를 위하여 제품정보관리(PDM) 시스템 및 설계 검증 과정을 통합할 수 있는 정보 모델을 설계하고 구현 방안을 제시하고자 한다.

PDM은 제품의 개념 정의에서부터 설계, 개발, 제조, 출하 그리고 고객 서비스에 이르기 까지 제품의 전 라이프 사이클에 걸쳐 발생하는 각종 데이터들을 수집하고, 저장, 관리하는 시스템이며, 본 논문에서는 설계 정보 관리 및 활용을 중심으로 방안을 제시하고자 한다. PDM을 구축하는 과정에는 설계 프로세서 분석 및 프로세스 모델링, 제품 모델 정의, 제품 정보관리 시스템의 기능 요구사항 정의, 시스템 구축을 위한 개발 및 적용방안 수립이 필요하다. 조선분야에서의 주요 사례로는 이 등(2005)이 조선 PDM 시스템 구축에 필요한 기본 기능 요구 사항을 정리하고 이를 실례로 구현하였다. 우 등(2005)은 디지털 생산 방법론을 선박 건조에 관련된 공정계획 또는 생산 일정계획에 적용하기 위한 선박 건조 공정 시뮬레

† 교신저자 : 종신회원, sbsuh@deu.ac.kr 051)890-2591

이전 모델 방법론과 시뮬레이션 모델의 활용 방안을 제시하였다. 이러한 시뮬레이션 기반 관련 연구 등(오 등, 2009; 이 등, 2005; 이 등, 2009) 외에도 오 등(2008)은 PDM 시스템 구축 프로세스를 정의하고 이에 객체지향 모델링 언어인 UML을 이용하여 시스템 아키텍처 설계 방안을 제시하였다. 특히, 요구 사항 분석단계를 상세히 정립하고, 각 제품 개발 단계의 산출물을 효과적으로 도출할 수 있는 객체 지향 모델을 제시하였다. 최근에는 다수의 조직 또는 기업들이 참여하는 제품 개발에 있어서 문제가 되는 것이 서로 다른 PDM 시스템들 사이에 데이터 교환이다. 이와 관련 하여 양 등(2008)이 가상의 데이터 저장소 개념의 OpenPDM을 이용하여, 서로 다른 PDM 시스템들 사이의 데이터 교환을 위한 방법을 제시한 바 있다.

본 논문에서는 선박 추진기 설계에 활용할 수 있는 PDM 시스템 구축을 위한 초기 개발 내용을 소개하였다. 먼저, UML을 이용하여 인터넷 기반 중소형 선박 추진성능 추정 시스템의 아키텍처를 설계하고, 객체지향 프로그램 개발 환경을 이용하여 구현하였다. 또한 프로펠러 구동 모듈의 형상은 3차원 DMU으로 구현함으로써 제품정보의 유용성을 향상시키고자 하였다. 본 시스템은 프로펠러 설계 및 해석, 인터넷 통신 구현 부분 등에 중점을 둔 연구 등(이, 2003; 장, 2010)과는 달리, 중소형선박 관련 제품모델 정보시스템과의 연계가 가능하도록 개발되었다. 또한 PDM과 추진시스템 설계 검증에 위한 M&S (Modelling & Simulation) 시스템의 연계 및 통합 방안을 제안하고, 추진기 및 축계 설치 검증 과정 사례를 제시하였다.

## 2. 추진기 성능 M&S 및 제품정보시스템

추진기 성능 검증 시스템은 PDM 시스템과 연계하여, 인터넷 기반에서 추진성능 추정을 할 수 있도록 개발되었다. Fig. 1은 추진기 PDM 시스템의 구성을 보인 것이다. 프로젝트 데이터는 각각의 제품을 의미하여, 이는 M&S 실행 모듈과 인터페이스를 통해 통합되도록 설계하였다. 본 연구에서는 중소형 선박의 초기설계를 지원하는 환경인 MTIS (Marine Technology Information System)의 프레임워크를 이용하여 확장 개발하였다(엠티아이, 2008). 선박 추진성능추정 요구사항 정의 및 시스템 설계는 객체지향 모델링 언어인 UML을 이용하였으며, 프로그램 구현은 닷넷(.NET) 프레임워크 환경을 이용하였다. 개발언어로는 마이크로소프트사의 'Visual Studio.NET' 기반의 C#를 사용하였다. UML로 설계된 시스템의 아키텍처는 객체지향 기반의 개발 언어인 C#과 연계하여 개발의 연속성을 유지하였다.

선박의 추진성능을 추정을 위한 M&S 모듈은 프로펠러 단독특성 결과에 대하여 회귀해석법 및 최적화 기법을 사용하는 기존의 연구(김, 1988; Lee, 1991)에서 제시한 방법을 기초로 개발 하였다. 또한, 국내 중소형선박의 주요 선종별 주요요목, 모형선 및 실적선 시운전 결과에 대한 자료로부터 구축된 데이터를 바탕으로 성능 추정 계수를 수정 보완하였다.

선박 추진성능 추정 과정은 객체 분석 과정을 통하여 초기

설계, 상세설계, 특성계산, 형상모델링, 마력계산 등의 5개의 기본 요소(Component)로 구성하였다. 각 기본 요소는 객체 기반의 COM (Component Object Model)로 개발하여 프로그램의 확장성 및 재사용성이 높아지도록 설계하였다. COM 형태의 응용 프로그램 개발 방법은 각 M&S 응용 프로그램을 객체로 분리하고 각 모듈간의 인터페이스를 통하여 구현하는 절차를 따른다. 즉, 객체지향 개발 방법론인 CBD (Component Based Development) 개념에 따라서 설계 및 구현 과정을 거쳐서 각 M&S 응용 프로그램을 개발하였다.

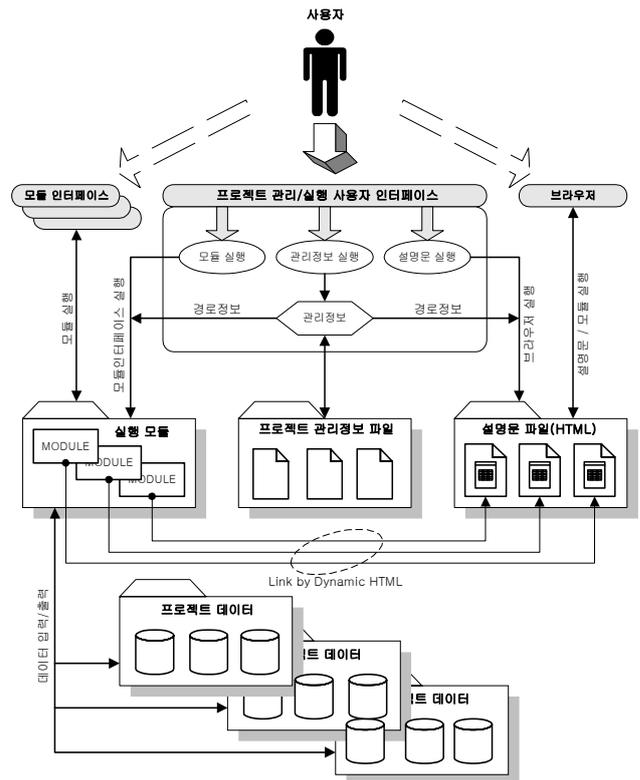


Fig. 1 Schematic configuration of product data management system for propulsion system design

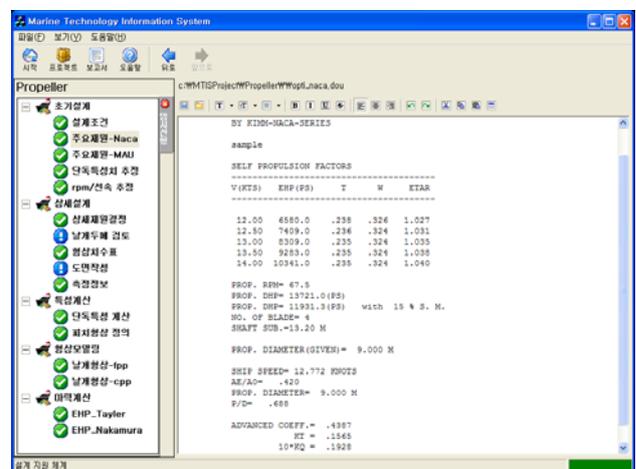


Fig. 2 Sectional view of M&S application applied to the performance estimation of propulsion system

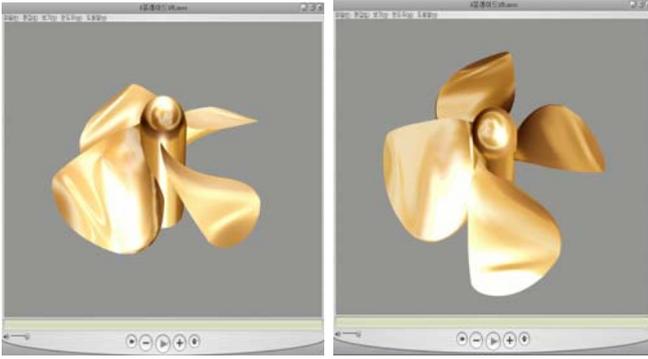


Fig. 3 Example of DMU based on the design parameters calculated by M&S application

Fig. 2는 개발된 추진기 성능 검증 M&S 시스템의 예를 보이고 있다. 좌측은 설계 절차를 제시한 것이며, 우측의 정보는 각 설계 절차 별로 도출된 제품정보를 보인 것이다. 제품정보는 XML(eXtensible Mark-up Language)로 스키마(Schema)를 구현하여 각 프로젝트 별로 저장할 수 있도록 구현하였다.

설계 검증 및 성능 추정 응용 프로그램으로부터 계산된 추진기의 설계 변수를 바탕으로 3차원 형상을 표현할 수 있도록 하였다. 3차원 형상 정보는 범용 곡면 모델링 도구인 Rhino(2009)를 이용하여 Fig. 3에 보인 DMU로 변환하였다.

따라서 본 연구에서 개발된 시스템은 제품정보관리 및 M&S 응용 프로그램이 연계 및 통합되어 협업 설계가 가능하도록 개발되었다. 또한 국내 중소형 조선소 밀집지역인 통영 및 거제지역, 목포 등 서남권 지역, 울산 지역 등의 중소조선소에 시스템 시연 및 설문조사를 수행한 결과, 향후 본 시스템을 이용하여 중소조선 영업 및 초기설계 지원 가능성을 확인할 수 있었다.

### 3. M&S 적용 결과

#### 3.1 시스템 개발 환경

앞장에서 설명한 바와 같이 본 연구는 선박 추진시스템의 PDM구축을 위한 초기 기술 개발 과정으로, 인터넷 기반 성능 추정 시스템을 통하여 중소형선박용 추진기의 설계, 제작, 설치 과정을 검증할 수 있는 M&S 기반 시스템의 연계 모델을 제시하는 것에 중점을 두고 있다. 제품정보모델과 M&S 응용 프로그램의 통합은 추진시스템의 계통체계 및 관련선박 구성품의 모델링, 성능해석의 신뢰도, 시뮬레이션 해석 기법과 결과 정보를 축적 및 가시화함으로써 SBD (Simulation Based Design)기반의 설계가 가능하도록 한다.

선박의 추진시스템은 선박의 추진을 위한 제반 장치와 설비로서, 설계 검증 및 성능 계산 과정, 주조 및 절삭 가공의 검증, 그리고 설치 공법 검증 과정이 필요하다. 특히 중소형선박에 사용하는 추진기의 경우 적절한 설계 검증 및 성능 계산에 어려움이 있으며, 이는 적절한 성능 추정 데이터베이스의 부재와도 관련이 있다. 또한 가공 및 설치 과정을 검증하기 위

한 시뮬레이션 방법을 적용할 필요가 있다. 따라서 앞장에서 언급한 바와 같이 PDM 시스템에서 제공하는 제품정보와 설계 검증 및 성능 추정을 위한 M&S 응용 프로그램간의 통합 모델이 선행되어야 할 것이다. 본 연구에서는 설계 검증 및 성능 추정, 그리고 설치 작업 시 간섭(Interference) 검증을 위한 M&S 사례를 제시하였다. M&S 기반의 설계 검증은 계통체계의 성능을 기존의 CAD도면만을 이용하여 정적분석하는 방식에서 벗어나 계통장비의 특성 및 성능정보를 포함하는 해석 모델을 적용하여 시뮬레이션을 수행하는 해석 기법이다.

M&S 방법은 선박 주요 HM&E (Hull Mechanical & Electrical) 계통체계를 디지털 모델링으로 엄밀하게 구현하고 계통체계 성능 시뮬레이션 해석 결과로 부터 SBD 기반의 성능 검증 및 설계 지원함으로써 선박 운항에 따른 성능검토와 장치 설치에서 발생할 수 있는 위험요소를 미리 검증하여 최적의 설계 대안 및 설치 공법을 결정할 수 있도록 한다. 본 연구에서는 추정 마력 등과 같은 추진기의 성능 추정 M&S는 2장에서 언급한 바와 같이 프로펠러 단독특성 결과에 대하여 회귀해석법 및 최적화 기법을 사용한 전산과정을 이용하여 수행할 수 있도록 하였다. 그리고 제품 설치의 공법 검증은 3차원 DMU를 이용한 간섭 체크 및 조립성 검증을 수행할 수 있도록 하였다.

Fig. 4는 기관실부 DMU 시스템을 이용하여 간섭 검증 및 조립 성을 검증한 예이며, Fig. 5는 밸러스트 계통의 성능 검증을 위한 M&S 결과의 예를 보인 것이다. 밸러스트 계통의 토출 및 인입 시간 등의 계산을 통하여 구성 요소인 펌프, 배관 직경 등을 설계할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 상용 소프트웨어인 Rhino 및 Max(2009) 등을 이용하여 DMU를 작성할 수 있도록 하였다. 또한 각 3차원 DMU 정보의 가시화에는 OSG 라이브러리를 사용하였다. OSG 라이브러리는 LGPL (Library General Public License) 하에 배포되는 개방 소스이기 때문에 개발된 프로그램의 라이선스에는 영향을 미치지 않도록 하였다. 또한 OSG는 전산 운영체계에 종속적이지 않기 때문에 여러 플랫폼에서 개발 및 실행이 가능한 장점을 가지고 있다. 따라서 오픈소스 개념을 활용한 프로그램 코딩으로 본 개발 시스템의 범용성을 확보할 수 있을 것으로 보여 진다.

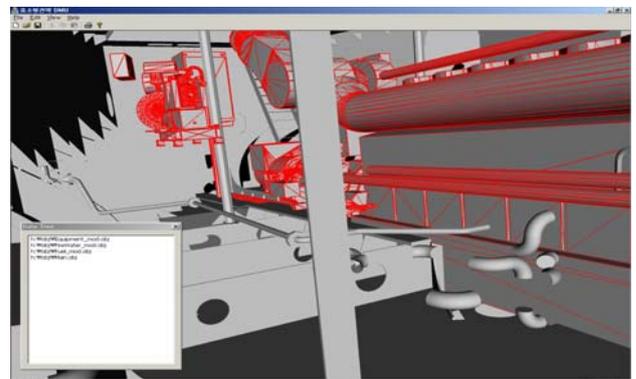


Fig. 4 Digital mock-up of an engine room applied to interference check and assembly verification

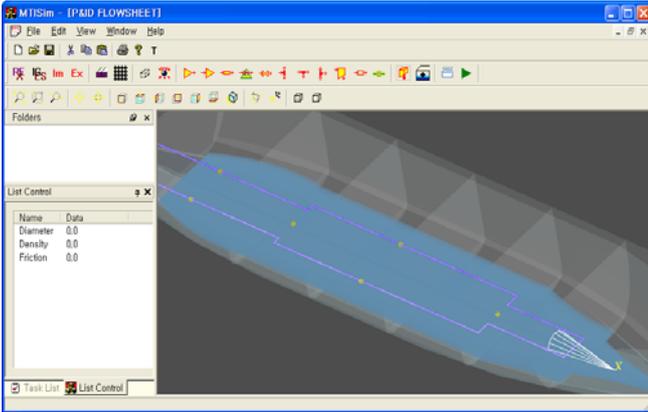


Fig. 5 M&S example to simulate the performance of a ballast system

### 3.2 시스템 개발 및 실행(예)

본 논문에서는 추진기 및 축계 설치 검증을 위한 M&S 기반 시스템 개발 및 실행(예)을 보인다. Fig. 6, Fig. 7 및 Fig. 8은 기존의 선체설계 및 의장설계를 위한 상용 CAD 프로그램 중인 NUPAS(2005), TRIBON(2009) 및 CADMATIC(2009)에 의한 기관실 3차원 형상 모델로서, 도면 정보는 범용 CAD 파일인 dxf 파일로 추출하였다



Fig. 6 Engine room modeled by NUPAS

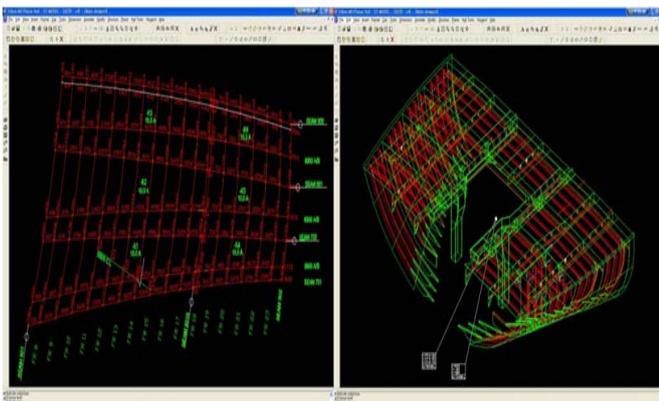


Fig. 7 Engine room modeled by TRIBON

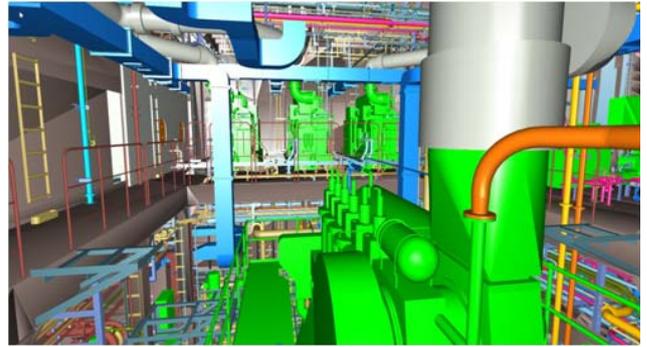


Fig. 8 Engine room modeled by CADMATIC

추출된 도면을 바탕으로 Rhino를 이용하여 Fig. 9와 같이 추진기 및 축계의 3차원 모델 및 DMU를 작성하였다. Fig. 10에 보인 모델은 3D Max을 이용하여, 추출된 dxf 파일을 취합하여 3ds 파일로 추출 제작한 결과를 나타내고 있다. dxf 파일로 표현된 3차원 모델은 Rhino를 이용하여 정제하였다. 이후 추출된 3ds 파일은 본 연구에서 개발된 프로그램에서 입력 받도록 하였다. 또한 애니메이션의 효율적인 관리를 위해 독자적으로 움직이는 모델들은 따로 파일을 저장하여 관리하도록 하였다. 그리고 미리 지정된 파일 이름으로 불러와서 정해진 과정에 따라 움직이게 된다.

프로그램의 주요 클래스는 osgViewer::Viewer이며, 사용자의 마우스 선택을 위해 PickupHandler 클래스를 사용하였다. 그리고 추진시스템이 장착되는 기관실을 자유롭게 돌아다닐 수 있는 기능을 제공하기 위해 MatrixManipulator를 상속 받은 새로운 Manipulator 클래스를 사용하였다. 애니메이션 효과를 주기위해 osg::AnimationPath 클래스의 INSERT 메소드(Method)를 이용하였으며, 해당 osg::AnimationPath의 인스턴스(Instance)는 효과를 주기 원하는 노드(Node)의 osg::MatrixTransform 인스턴스의 콜백(Callback)으로 등록하였다. 선택 가능한 객체들을 이동할 수 있게 하기 위해 모든 객체들은 자신의 원래 위치에서 변이 값을 저장하고 있다. 소스코드의 효율적인 이력관리와 협업을 위해서 Subversion을 서버에 설치하여 관리하고 있다. 이럴 경우 나중에 생긴 버그의 추적이 쉬우며, 기능의 추가 및 삭제의 추적 역시 쉽고 편리해지는 장점이 있기 때문이다.

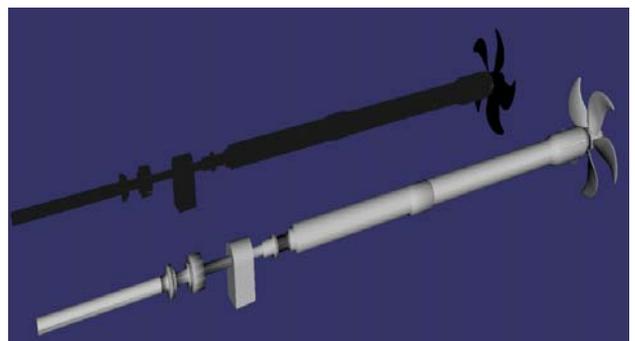


Fig. 9 Digital mock-up of a propulsor system

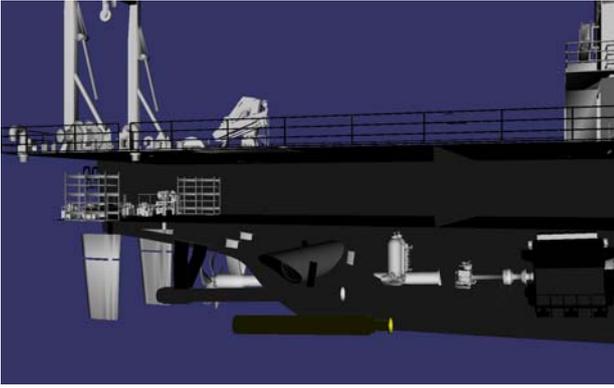


Fig. 10 Implemented DMU model operated in M&S interference check module

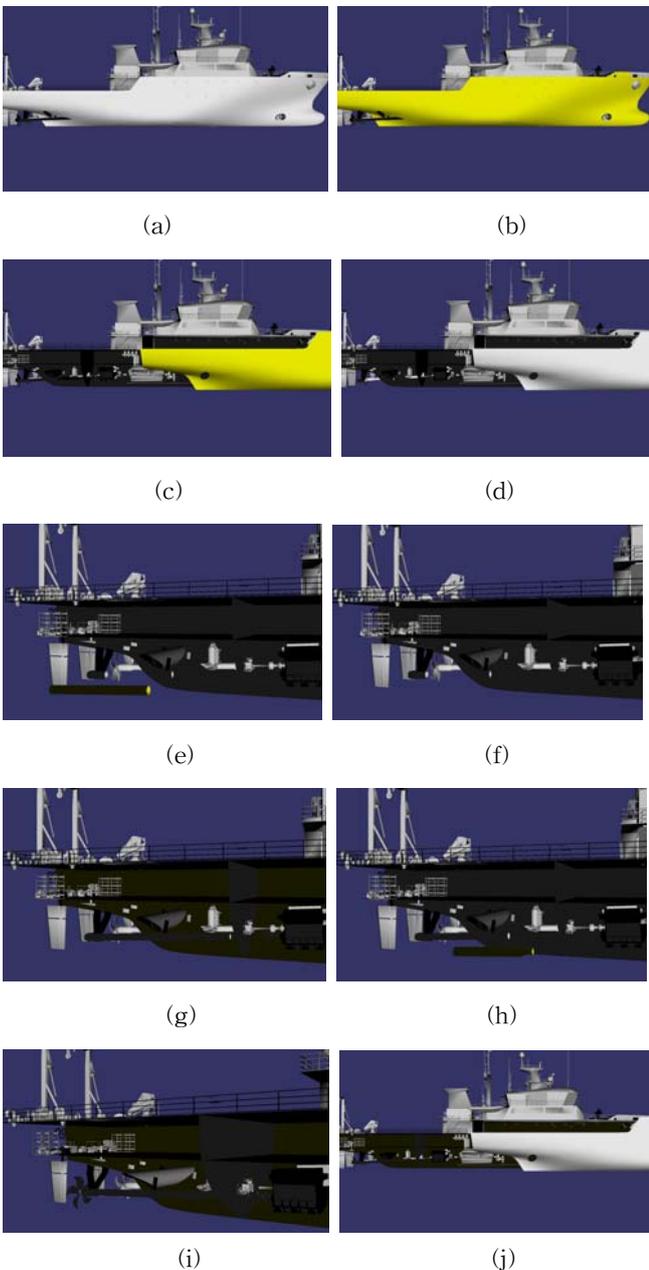


Fig. 11 Interference check based on presented system

Fig. 11은 완성된 추진기 및 축계 설치 검증용 M&S 시스템의 실행(예)을 보이고 있다. (a)는 처음 실행했을 때, (b)는 우측 선체 부분을 선택, (c)는 내부 구조 확인을 위해 선체를 이동, (d)는 우측 축과 추진기를 제거, (e)는 추진기와 축을 조립하기 전, (f)는 선체 외부, 추진기 및 축을 결합, (g)는 선체 내부, 추진기 및 축을 결합하기 전, (h)는 내부 축 결합, (i)는 주축과 추진기도 결합, (j)는 축과 추진기가 결합된 모습을 각각 보임으로써, 추진기 및 축계의 설치 전 검증 과정을 본 시스템을 통해서 가시화 할 수 있다고 판단된다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 선박 추진시스템 설계를 위한 PDM 구축 사례를 제시하였다. 개발된 PDM 시스템은 인터넷 기반의 성능 추정 시스템 및 제품 정보와 통합할 수 있도록 아키텍처와 프레임 워크를 제시하였다. 시스템은 UML 이용하여 설계하였으며, 닷넷(.NET) 프레임워크 기반의 객체 지향 언어를 이용하여 개발하였다. 이 과정에서 COM 기반의 정보 시스템 개발 과정이 시스템 통합에 유리함을 확인 할 수 있었다. 또한 Rhino, 3D MAX 등을 이용한 DMU 제작 및 오픈소스 라이브러리를 활용한 가시화 기능을 구현하였다.

이러한 결과를 토대로, 본 연구에서 개발한 인터넷 기반 중소형 선박 추진성능 추정 시스템을 이용한 제품 개발 예제를 제시하였다. 본 연구를 통하여 개발된 선박용 추진시스템 설계용 PDM 시스템은 제품 성능 추정을 위한 M&S 응용 프로그램과 직접 통합함으로써 그 활용성이 향상되도록 하였다.

또한 개발된 시스템의 상용화 가능성 및 적용 가능성을 제시하였다. 본 시스템은 향후 보안을 통하여 추진기 설계, 제작, 설치와 추진시스템 관련 의장품 및 장비 등의 설치 공정에 VR기술을 적용할 예정이다.

#### 후 기

이 논문은 2009학년도 동의대학교 교내연구비에 의해 연구되었음(과제번호 2009AA196).

#### 참 고 문 헌

- [1] 김문찬, 이진태(1988), “KIMM-NACA 프로펠러 회귀해석”, 선박해양공학연구 1호, pp. 13-22.
- [2] 양정삼, 한순홍, 문두환(2008), “서로 다른 PDM 시스템 간에 OpenPDM을 이용한 제품데이터의 교환”, 한국 CAD/CAM학회논문집 13권 2호, pp. 89-97.
- [3] 엠티아이(2008), MTIS, <http://www.shipdesign.co.kr>.
- [4] 오대균, 신종계, 최양렬, 여용환(2009), “시뮬레이션 기반 함정 개발을 위한 함정 제품모델 및 관리시스템 개발”, 대한조선학회논문집 46권 1호, pp. 43-56.

- [5] 오대균, 김용균, 이장현, 신중계(2008), “UML을 이용한 PDM 시스템 요구사항 분석”, 한국CAD/CAM학회논문집 13권 2호, pp. 121-130.
- [6] 우중훈, 오대균, 권영대, 신중계, 서주노(2005), “디지털 조선소 구축 및 활용을 위한 모델링 및 시뮬레이션 프레임워크 구축 방법론”, 대한조선학회논문집 42권 4호, pp. 411-420.
- [7] 이경호, 김화섭, 오준, 박종훈(2006), “네트워크 기반 선박 안정성 평가 시뮬레이션 시스템 프레임워크 및 가시화”, 대한조선학회논문집 43권 5호, pp. 619-629.
- [8] 이왕수, 박범진, 이창섭(2003), “인터넷 기반 프로펠러 설계 시스템 개발”, 대한조선학회논문집 40권 6호, pp. 69-79.
- [9] 이장현, 김용균, 오대균, 신중계(2005), “조선 PDM 구축을 위한 기능 연구 및 시험 구현 사례”, 대한조선학회논문집 42권 6호, pp. 686-697.
- [10] 이필립, 오대균, 이광국, 신중계(2009), “판넬 블록공정 모델에 대한 일정 검증 시뮬레이션 시스템”, 대한조선학회논문집 46권 6호, pp. 641-649.
- [11] 장현길, 안병권, 문일성, 이창섭(2010), “인터넷 기반 선박용 프로펠러 설계 및 해석 시스템 개발”, 한국해양공학회지 24권 4호, pp. 66-71.
- [12] CADMATIC(2009), <http://www.cadmatic.com>.
- [13] Lee, J.T. et al.(1991), "Development of the Propulsor Design and Performance Analysis System(III)", KRISO Report No. UCN248-1463.D.
- [14] NUPAS(2005), <http://www.nupas-cadmatic.com>.
- [15] Rhino(2009), <http://www.rhino3d.com>.
- [16] TRIBON(2009), <http://www.tribon.com>.

---

원고접수일 : 2011년 8월 4일  
심사완료일 : 2011년 8월 24일  
원고채택일 : 2011년 8월 26일